



Actions pour la Biodiversité et Gestion des Terroirs

Projet pilote de mise en valeur des sites du Sahel-Vert dans les départements du Mayo-Danay et du Mayo-Kani (Sahel Vert-HIMO)

Rapport d'inventaire multi-ressource réalisé dans les sites du Sahel-Vert de Massinkou-Léra-Bippaing (Commune de Kaélé) et de Bidéré (Commune de Doukoula), Extrême-Nord du Cameroun



Rédigé par :

Dr Oumarou PALOU MADI, Chef de Section IRAD/Forêts
Jules BALNA, Ingénieur socio-économiste (IRAD/Forêts)

Collaboration:

Clément Sofalne (ABIOGeT)
Jacques Tchonbay Day (ABIOGeT)

Projet financé par : CUSO International



Maroua, août 2015

TABLE DES MATIERES

INTRODUCTION.....	4
I. PROTOCOLE D'INVENTAIRE.....	6
1.1. Méthodologie d'échantillonnage.....	6
1.2. Relevés effectués.....	9
1.3. Exécution de l'inventaire.....	9
1.4. Ressources humaines.....	10
II. TRAITEMENT ET ANALYSE DES DONNEES.....	11
2.1. TRAITEMENT DE DONNEES.....	11
2.2. ANALYSE DES DONNEES.....	12
- L'Indice de biodiversité (H).....	12
Tarif de cubage.....	12
III. RESULTATS DE L'INVENTAIRE.....	13
3.1. SITE DE MASSINKOU-LERA-BIPPAING.....	13
3.1.1. Types de sols du site.....	13
3.1.2. Activités anthropiques dans le site.....	13
3.1.4. Répartition spatiale de quelques espèces dominantes du site.....	24
3.1.5. Usages des différentes espèces ligneuses.....	26
3.1.6. Estimation du bois exploitable (tiges de diamètre supérieur ou égal à 5 cm)	27
3.2. SITE DE BIDERE DANS LA COMMUNE DE DOUKOULA.....	29
3.2.1. Différents types de sol du site.....	29
3.2.2. Activités anthropiques dans le site.....	29
3.2.3. Structure verticale et diversité des espèces ligneuses du site.....	30
3.2.4. Répartition spatiale de quelques espèces dominantes du site.....	33
3.2.5. Usages des différentes espèces ligneuses.....	34
CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS.....	35
ANNEXES.....	37

Liste des tableaux

Tableau 1. Récapitulation d'exécution de l'inventaire multi-ressources dans les deux sites	10
Tableau 2. Liste des espèces du Site de Massinkou-Léra-Bippaing	14
Tableau 3. Diversité des espèces du massif.....	16
Tableau 4. Densités des différentes espèces dans le site	18
Tableau 5 : Densité des espèces avec un dhp \geq 5 cm dans le site de Massinkou-Léra-Bippaing	20
Tableau 6. Densité des tiges d'avenir de quelques espèces phares	22
Tableau 7. Densité des tiges de régénération de quelques espèces	23
Tableau 8. Principaux usages des principales espèces du site Massinkou-Léra-Bippaing.....	26
Tableau 9 : Volume de bois sur pied par espèce dans le site de Kaélé.....	27
Tableau 10 : Volume de bois sur pied en fonction du type de peuplement dans le site de Kaélé.....	28
Tableau 11 : Volume de bois sur pied en fonction de strate dans le site de Kaélé.....	28
Tableau 12. Liste des espèces du Site de Bidéré.....	30
Tableau 13. Diversité des espèces du massif.....	31
Tableau 14. Densité des pieds ou touffes de quelques espèces pour les tiges de dhp \geq 5 cm dans le site de Bidéré.....	32
Tableau 15. Densité des tiges de régénération de quelques espèces.....	33
Tableau 16 : Principaux usages des principales espèces du site Bidéré.....	34

Liste des figures

Figure 1. Localisation des communes de Kaélé et de Doukoula.....	5
Figure 2. Unité de sondage comprenant la placette et la sous-placette	7
Figure 3. Plan d'inventaire : transects et placettes du site de Massinkou-Léra-Bippaing	8
Figure 4. Plan d'inventaire : transects et placettes du site de Bidéré	8
Figure 5. Différents types de sol du site sahel vert de Massinko-Léra-Bippaing	13
Figure 6. Représentation spatiale des Acacia	25
Figure 7. Représentation spatiale du <i>Balanites aegyptiaca</i> , <i>Ziziphus mauritiana</i> et <i>Anogeissus leiocarpus</i>	25
Figure 8. Représentation spatiale des combretum.....	25
Figure 9. Différents types de sol du site sahel vert de Bidéré/Doukoula	29
Figure 10. Représentation spatiale	34

INTRODUCTION

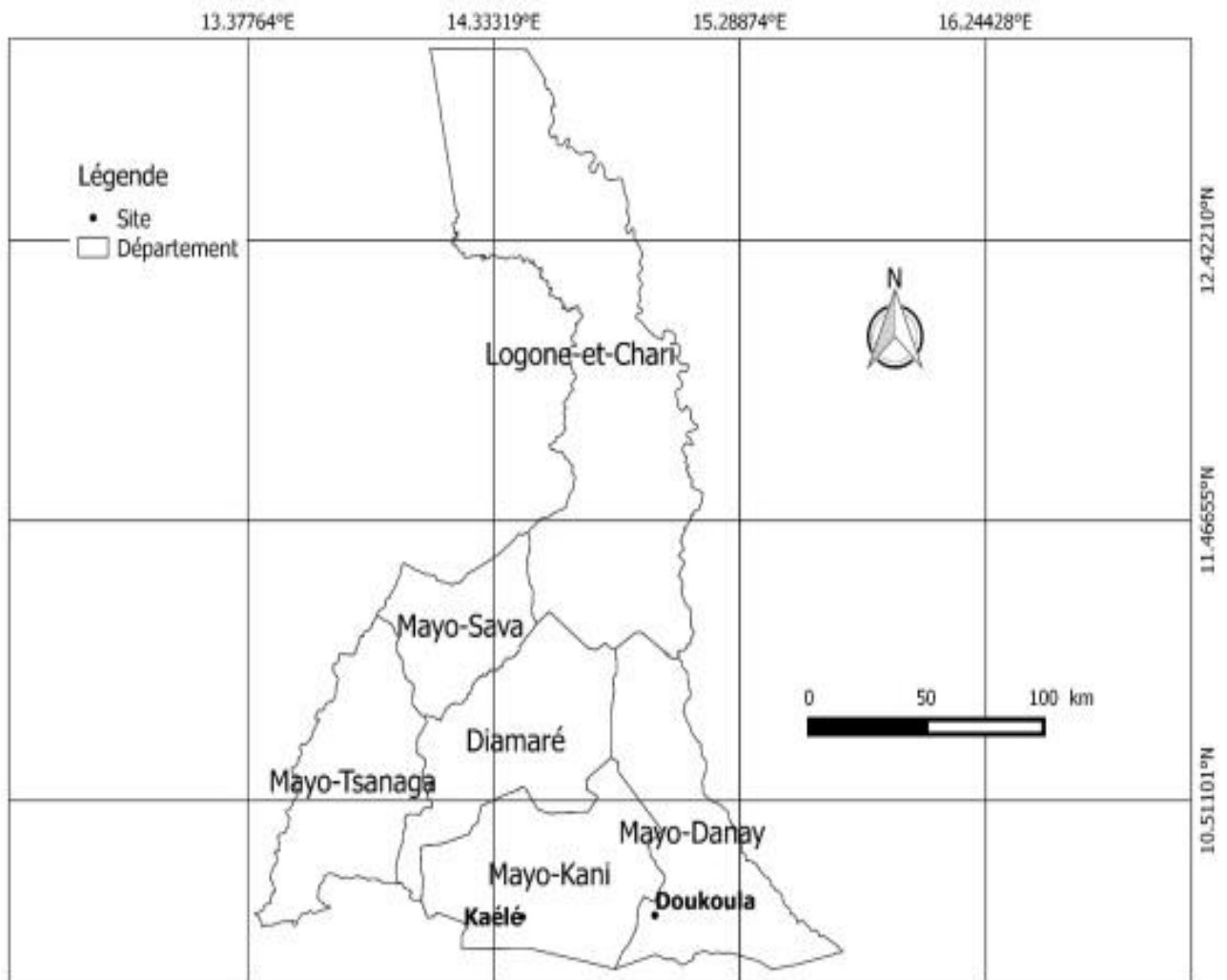
Le projet de mise en valeur des sites du Sahel-Vert dans les départements du Mayo-Kani et du Mayo-Danay (Extrême-Nord Cameroun) mis en œuvre par ABIOGeT (Actions pour la Biodiversité et Gestion des Terroirs) a pour objectif principal de renforcer les capacités des Communes et des communautés rurales de Kaélé et de Doukoula (figure1) dans les actions de lutte contre la désertification de manière à contribuer à améliorer les conditions de vie des populations des départements du Mayo-Danay et Mayo-Kani. Le projet vise à amener les populations constituées en comités citoyens locaux, à développer des attitudes et des aptitudes citoyennes face aux initiatives de lutte contre la désertification et de gestion durable des ressources forestières, dans le but de mettre les sites du Sahel-Vert sous aménagement à partir des outils et une méthodologie développés pour une gestion durable. Pour atteindre l'objectif ci-dessus mentionné, un travail d'inventaire multi-ressource a été mené par les équipes d'ABIOGeT et de l'IRAD (Institut de Recherche Agricole pour le Développement) pendant les mois de janvier et de février 2015.

L'objectif de l'inventaire multi-ressource des sites du Sahel-Vert de Massinkou-Léra-Bippaïng dans la commune de Kaélé et Bidéré dans la commune de Doukoula est de faire l'état des lieux des ressources ligneuses afin contribuer à la caractérisation de ces derniers. L'aboutissant de l'inventaire multi-ressources est de générer des informations suivantes sur les ressources forestières :

- La répartition des différentes formations forestières ;
- La structure et la dynamique de la brousse, plus particulièrement la répartition des essences et la distribution des diamètres ;
- L'état phénotypique et sanitaire ;
- Les interventions humaines et leurs impacts sur les ressources forestières ;
- Le potentiel d'exploitation.

Ces informations, couplées aux résultats des enquêtes socio-économiques réalisées autour des deux sites, vont permettre de proposer à l'attention des communes, les plans simples de gestion intégrant des prescriptions/scénarii sylvicoles et le mode d'exploitation des ressources.

Figure 1. Localisation des communes de Kaélé et de Doukoula



I. PROTOCOLE D'INVENTAIRE

1.1. Méthodologie d'échantillonnage

L'échantillonnage pour l'inventaire de terrain peut prendre différentes formes : aléatoire ou systématique, avec ou sans stratification, monophasé ou biphasé. Ces différents types sont décrits par Lecomte (1992).

L'échantillonnage systématique a été adopté pour ce travail dans les sites sahel vert. Car il est largement utilisé dans les inventaires nationaux. Pour ce type d'inventaire, les unités de récolte des données sont choisies selon un schéma rigide du type grilles (carrées ou rectangulaires). Ses avantages pratiques sont bien connus (répartition régulière des points de sondage et facilités qui en découlent du point de vue des repérages et des déplacements). Toutefois, il faut être attentif au calcul de l'erreur d'échantillonnage et il convient d'éviter les biais qui pourraient affecter la moyenne, notamment dans les cas où il existe une périodicité marquée dans la population à inventorier ou une auto-corrélation entre points de sondage très proches, comme c'est le cas avec des bosquets à dominance *Acacia seyal* et/ou *Acacia hockii* dans le site de Kaélé. Le maillage est une grille régulière à mailles rectangulaire constituées des points de sondage relevés. Elle est constituée d'unités de sondage (placettes) implantées.

Le choix de l'échantillonnage systématique adopté sur la base d'un maillage régulier sans stratification est justifié pour les raisons suivantes :

- Facilité de mise en œuvre sur le terrain compte tenu du temps imparti à cet inventaire ;
- Indépendance partielle ou totale du sondage de terrain par rapport aux données de télédétection ;
- Possibilité de densifier le réseau localement tout en conservant les possibilités d'études statistiques des données.

❖ Dispositif et taux de sondage

A Massinkou-Léra-Bipaing, les transects sont distants de 300 m et les centres deux placettes consécutives d'un même transect sont distants de 250 m (figure 3). La placette est de circulaire de 20 m de rayon (figure 1). Ainsi pour ce site 173 placettes ont été complètement inventoriées. Avec ce dispositif le taux d'échantillonnage est de 1,7%, donc une superficie

totale inventoriée d'environ 22 ha (tableau 1). Tandis que dans le site de Bidéré, 47 placettes ont été complètement inventoriées. Les centres de deux placettes consécutives d'un même transect sont distants de 300 m et les transects sont séparés de 250m (figure 4). Avec ce dispositif le taux d'échantillonnage pour ce site est de 1,8% soit une superficie totale inventoriée d'environ 06 ha (tableau 1).

Le choix de ces démarches tient compte des objectifs de l'inventaire et de l'étendue des sites. Quand on sait qu'un sondage de 0.5 ou 1%, est applicables à l'échelle de petit massif forestier. Bien qu'un taux d'échantillonnage de 1 %, ne soit pas assez important pour réaliser un plan d'aménagement d'un massif forestier.

Afin de déterminer le taux de régénération, à l'intérieur de chaque placette, une sous-placette de 5 m de rayon ayant le même centre que la dernière est délimitée (figure 2) et tous les individus de circonférence inférieure à 5 cm ont été dénombrés et de hauteur inférieur ou égale à 1 m.

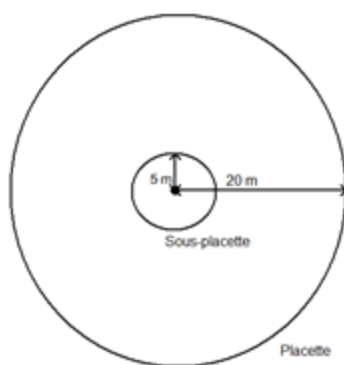


Figure 2. Unité de sondage comprenant la placette et la sous-placette

Il faut noter que les centres des placettes ont été à chaque fois géoréférenciés à l'aide d'un GPS de marque garmin (GPSMAP 62).

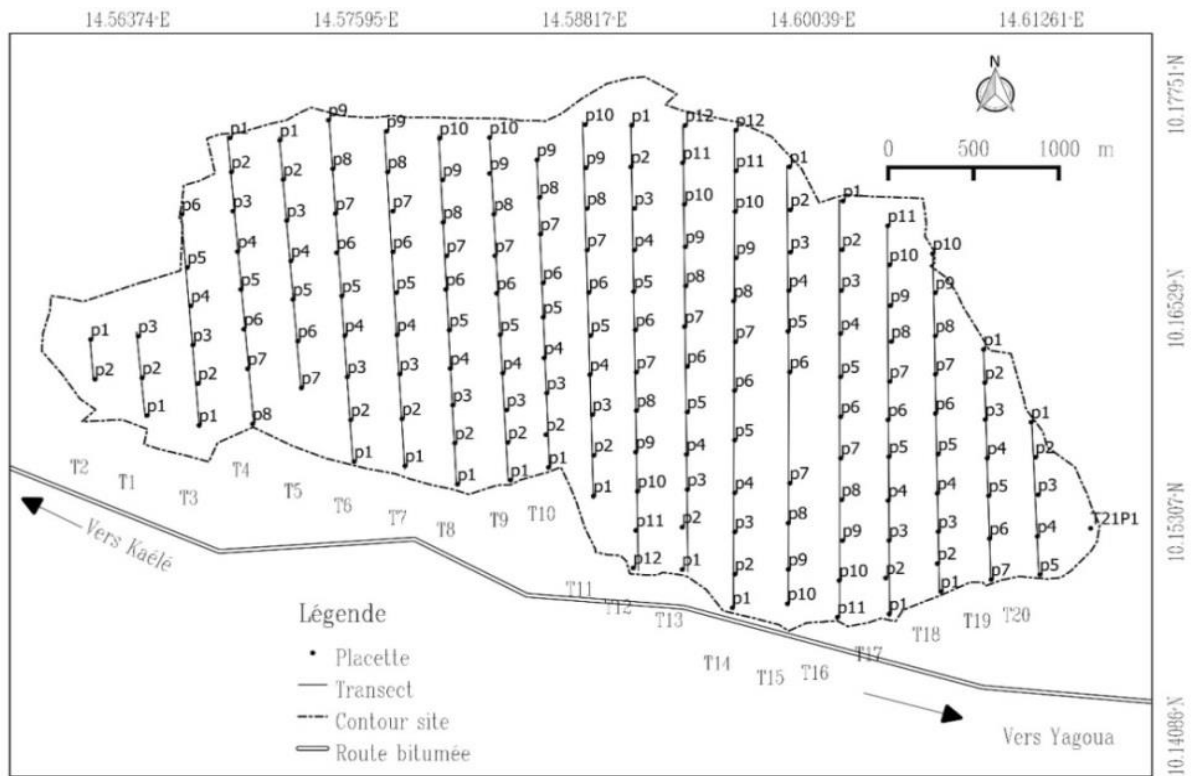


Figure 3. Plan d'inventaire : transects et placettes du site de Massinkou-Léra-Bipaing

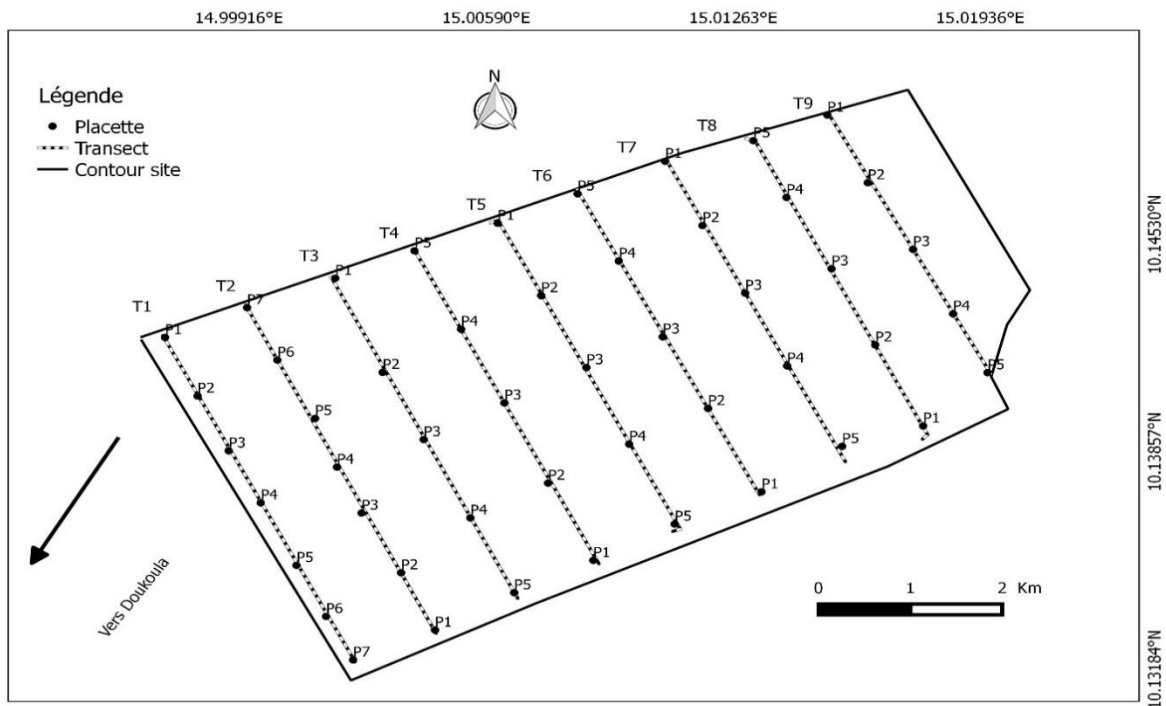


Figure 4. Plan d'inventaire : transects et placettes du site de Bidéré

1.2. Relevés effectués

Le relevé a porté sur deux catégories d'information, les données d'ordre général sur la placette et les paramètres dendrométriques des ligneux.

❖ Données d'ordre général sur la placette

Les informations de cette catégorie ont concerné le type de peuplement, l'hydrographie, la topographie du milieu, le type de sol, la présence d'activité biologique telle que la présence des termitières et des fourmillières, la strate ligneuse dominante, la trace des actions anthropique telles que les piste bétail et la récolte du bois, et la présence de la faune à travers des traces (Annexe 10-fiche 1).

- Paramètres dendrométriques

Pour ces paramètres, le relevé a porté sur l'essence forestière, la hauteur et le diamètre à hauteur d'homme (1,30 m du sol). Pour le dernier paramètre, les individus ont été répartis en trois classes:

- Les tiges de diamètre (d) < 5 cm et sont considérées comme régénération
- les tiges dont le diamètre est $5 \leq d < 10$ cm à 1,30 m du sol;
- les tiges de diamètre $d \geq 10$ à 1,30 m du sol.

Pour la régénération, trois classes de hauteur ont été définies et pour chaque classe, le nombre de tiges de chaque espèce est compté (Annexe 10-fiche 2).

Pour les tiges de diamètre compris entre 5 et 10 cm ($5 \leq d < 10$ cm), le nombre de tiges a été compté et la taille de la plus haute tige a été mesuré (Annexe 10 - fiche 1).

Si le tronc d'un arbre ou arbuste est à plusieurs tiges avant la hauteur de 1,30 m de sol, la mesure des diamètres à ce niveau et des hauteurs est effectuée sur au plus cinq tiges (Annexe 10-fiche 1).

1.3. Exécution de l'inventaire

Une première descente de l'équipe de recherche de l'IRAD/Forêt s'est effectuée pendant 4 jours et a permis de faire la prospection des sites. Elle avait pour objectif le repérage des reliefs spécifiques (montagnes, cours d'eau, bosquets, etc.) pouvant constituer des obstacles lors de l'inventaire et la vision globale de l'occupation de l'espace.

Quatre descentes ont été effectuées pour la conduite de l’inventaire proprement dit après avoir mis sur pied le dispositif théorique à partir des informations recueillies lors de la descente de prospection.

1.4. Ressources humaines

Pour la conduite de l’inventaire dans chacun des deux sites, deux équipes de 5 personnes ont été mobilisées pendant 2 jours pour le site de Bidéré et 10 jours pour celui de Massinkou-Léra-Bipaing (tableau 1).

Tableau 1. Récapitulation d’exécution de l’inventaire multi-ressources dans les deux sites

Eléments	Site	
	Massinkou-Léra-Bippaing (Kaélé)	Bidéré (Doukoula)
Superficie du site (ha)	1283 ha	325 ha
Surface d’une placette (m ²)	1256 m ²	1256 m ²
Nombre de placettes	173	47
Superficie inventoriée (ha)	21,73	06
Taux d’échantillonnage (%)	1,7	1,8
Temps moyen d’inventaire d’une placette (mn)	50	30
Nombre d’équipe d’inventaire	02	01
Nombre de personnes de l’IRAD/équipe	06	02
Nombre de personnes ABIOGeT	04	03
Membres Comité citoyens Locaux	21	06
Nombre total de jours de travail/équipe		

II. TRAITEMENT ET ANALYSE DES DONNEES

2.1. TRAITEMENT DE DONNEES

Le traitement et l'analyse des données récoltées sont réalisés à l'aide du logiciel SPSS. 20.0. Pour faciliter cette analyse des données, la saisie est ainsi faite sur le tableur Excel.

La saisie des données de l'inventaire et l'analyse standardisée des paramètres collectées dans le cadre de cet inventaire porte sur :

- La répartition des échantillons relative aux paramètres qualitatives de la station forestière : (1) formation forestière, (2) type de sol, (3) topographie des sites, (4) signes de parcours, (5) signes d'émondage, (6) cours d'eau, (7) activités anthropiques et (8) empiétements agricoles ;
- Le nombre total de la régénération par hectare et par classe de hauteur ;
- Le nombre total de la régénération par hectare et par classe de hauteur et par essence ;
- Le nombre total des arbres par hectare ;
- La répartition du nombre d'arbres par classe de diamètre ;
- La répartition du nombre d'arbres par essence ;
- La répartition d'arbres par type d'utilisation (bois-énergie, bois de service, bois d'œuvre, PFNL) ;
- La surface terrière par hectare ;
- La hauteur moyenne des peuplements ;
- Le volume total sur pied et volume total exploitable

2.2. ANALYSE DES DONNEES

L'analyse des données a été faite avec le logiciel SPSS version 20.0. Les outils de la statistique descriptive ont été générés. Pour les paramètres comme la densité des espèces, les valeurs statistiques suivantes sont calculées :

- La moyenne ;
- L'écart type ;
- L'erreur type ;
- Le coefficient de variation ;
- Le minimum et le maximum ;
- Le nombre d'échantillons.

- L'Indice de biodiversité (H)

Calculs de l'indice de biodiversité

$$H' = - \sum_{i=1}^S p_i \log_2 p_i$$

H' : indice de biodiversité de Shannon

i : une espèce du milieu d'étude

P_i : Proportion d'une espèce i par rapport au nombre total d'espèces (S) dans le milieu d'étude (ou richesse spécifique du milieu), qui se calcule de la façon suivante :

$$p(i) = n_i/N$$

où n_i est le nombre d'individus pour l'espèce i et N est l'effectif total (les individus de toutes les espèces). Cet indice permet de quantifier l'hétérogénéité de la biodiversité d'un milieu d'étude et donc d'observer une évolution au cours du temps. Cet indice varie toujours de 0 à $\ln S$ (ou $\log S$ ou $\log_2 S$, selon le choix de la base du logarithme).

Tarif de cubage

Pour avoir une base de comparaison commune à tout inventaire il est nécessaire d'élaborer un tarif de cubage toutes essences confondues de référence au niveau national. Comme aucun tarif de ce type n'existe jusqu'à présent au Cameroun, la formule de Frank Richter (2012) est appliquée pour le calcul du volume de bois sur pied.

$$v = cf * h * st$$

Explications:

- v = volume sur pied par arbre (m^3)
- cf = coefficient de forme (c)
- h = hauteur totale de l'arbre (m)
- st = surface terrière de l'arbre (m^2)

Selon cet auteur, pour calculer le volume de bois, il est recommandé d'utiliser les coefficients de forme suivants :

Arbres ayants un $dhp \geq 10$ cm : $cf = 0,50$;

Arbres ayants un $5 \leq dhp < 10$ cm : $cf = 0,45$.

III. RESULTATS DE L'INVENTAIRE

3.1. SITE DE MASSINKOU-LERA-BIPPAING

3.1.1. Types de sols du site

Le sol du site sahel vert de Massinkou-Lérég-Bippaing est à dominance Sablo-argileux (50%). Toutefois, il faut noter qu'il existe des vertisols, qui, après mise en défens du site, présentent une texture argilo-limoneuse (figure 3). C'est un domaine plat, car le massif fait partie de la plaine du Mayo kani. Ce relief engendre très peu de ruissellement d'eau, d'où l'on a noté très peu voire l'absence des cours d'eau dans ce site.

Dans l'ensemble les données obtenues décrivent un sol favorable à la production végétale : texture sablo-argileux, activités biologiques présentes et absence d'érosion.

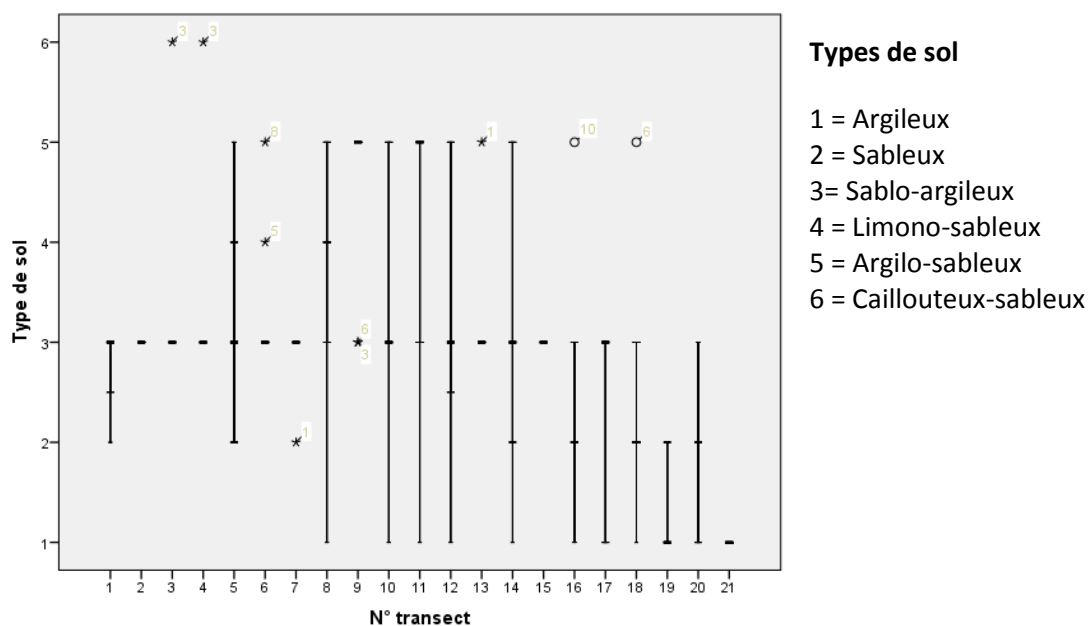


Figure 5. Différents types de sol du site sahel vert de Massinko-Léra-Bipaing

3.1.2. Activités anthropiques dans le site

Suite à la mise en défens de ce site sur un peu plus de 7 ans, les activités anthropiques semblent être absentes, car lors des inventaires multi-ressources on a noté très peu des traces de coupe d'arbre et de production de charbon. Seule la coupe de la paille reste une activité intense observée lors de ces inventaires.

3.1.3. Structure verticale et diversité des espèces ligneuse du site

❖ Différentes strates ligneuses et espèces présentes

La végétation de Massinkou-Léra-Bippaing présente une physionomie de savane arbustive. La diversité compositionnelle montre sa grande richesse floristique, avec 72 espèces de ligneux identifiées. Le taux de couverture ligneux moyen d'un peu plus de 37% et celle herbacée d'un peu plus de 60%. Il est constitué en grande partie des peuplements naturels des genres acacia et combretum. Dans ce domaine dominé par la strate arbustive par endroit, on note des poches de végétation ligneuse qu'on peut qualifier de strate arbustive à arborée voire arborée. Des enrichissements ont été effectués lors de l'opération sahel vert de 2008, 20% de la superficie totale présente des éléments indicateurs de ladite opération. C'est le cas des espèces telles que *Azadirachta indica*, *Acacia nilotica*, *Acacia senegal* et *Cassia seamea* autour desquelles on trouve des auréoles de terres. Les 72 espèces ligneuses appartiennent à 26 familles botaniques, dominé par la famille des mimosaceae, des cesalpiaceae et des combretaceae avec respectivement 12, 10 et 09 espèces (tableau 2).

Tableau 2. Liste des espèces du Site de Massinkou-Léra-Bippaing

Famille	Espèces
Anacardiaceae	<i>Sclerocarya birrea</i>
Annonaceae	<i>Annona senegalensis</i>
	<i>Hexalobus monopetalus</i>
Arecaceae	<i>Hyphaene thebeca</i>
Balanitaceae	<i>Balanites aegyptiaca</i>
Bignoniaceae	<i>Stereospermum kunthianum</i>
Bombacaceae	<i>Bombax costatum</i>
	<i>Adansonia digitata</i>
Burceraceae	<i>Boswellia dalzielii</i>
	<i>Commiphora africana</i>
Caparaceae	<i>Boscia senegalensis</i>
	<i>Boscia senegalensis</i>
	<i>Capparis corymbosa</i>
	<i>Crateva adansoni</i>
	<i>Crateva religiosa</i>
	<i>Maerua crassifolia</i>
Cesalpiaceae	<i>Maytenus senegalensis</i>
	<i>Azalia africana</i>
	<i>Burkea africana</i>
	<i>Cassia siamea</i>
	<i>Cassia sieberiana</i>

Famille	Espèces
	<i>Cassia singueana</i>
	<i>Tamarindus indica</i>
	<i>Albizia chevalieri</i>
	<i>Detarium microcarpum</i>
	<i>Pilliosigma reticulatum</i>
Combretaceae	<i>Combretum aculéatum</i>
	<i>Combretum colinum</i>
	<i>Combretum glutinosum</i>
	<i>Combretum micranthum</i>
	<i>Combretum velutinum</i>
	<i>Combretum nigicans</i>
	<i>Gueira senegalensis</i>
	<i>Terminalia avisceniodes</i>
	<i>Anogeissus leiocarpus</i>
Ebenaceae	<i>Diospiros mespilliformis</i>
Esclepiadaceae	<i>Calotropis proceron</i>
Euphorbiaceae	<i>Bridelia tenuifolia</i>
Fabaceae	<i>Dalbergia melanoxylon</i>
Meliaceae	<i>Kaya senegalensis</i>
	<i>Azadirachta indica</i>
Mimosaceae	<i>Acacia ataxacantha</i>
	<i>Acacia gerrardii</i>
	<i>Acacia hocki</i>
	<i>Acacia nilotica</i>
	<i>Acacia polyacantha</i>
	<i>Acacia senegal</i>
	<i>Acacia seyal</i>
	<i>Acacia sieberiana</i>
	<i>Faidherbia albida</i>
	<i>Dicrostachys cinera</i>
	<i>Entada african</i>
	<i>Prosopis africana</i>
Moraceae	<i>Ficus gnapholocarpa</i>
	<i>Ficus iteophylla</i>
	<i>Ficus spp</i>
	<i>Ficus sycomorus</i>
Olacaceae	<i>Ximenia americana</i>
Papillonaceae	<i>Pterocarpus erinaces</i>
Rhamnaceae	<i>Ziziphus mauritiana</i>
	<i>Ziziphus mucronata</i>
	<i>Ziziphus spina christi</i>
Rubiaceae	<i>Crotopteryx febrifuga</i>

Famille	Espèces
	<i>Feretia apodenthera</i>
	<i>Gardenia ternifolia</i>
Salvadoraceae	<i>Salvadora percica</i>
Sterculiaceae	<i>Sterculia setigera</i>
Tiliaceae	<i>Grewia barteri</i>
	<i>Grewia bicolor</i>
	<i>Grewia cissoides</i>
Ulmaceae	<i>Celtis integrifolia</i>
Verbenaceae	<i>Vitex doniana</i>

❖ Indice de diversité et richesse spécifique du massif

L'indice de biodiversité (H) de ce site est de 4,29 (tableau 3). Au vu de cet indice, la biodiversité est importante, car Shannon et Weaver (1949) le situe entre 1 et 5 bits. Les espèces *Balanites aegyptiaca*, *Piliostigma reticulatum*, *Combretum glutinosum*, *Anogeissus leiocarpus*, *Acacia gerrardi*, *A. hockii*, *A. seyal* et *Ziziphus mauritiana* ayant une richesse spécifique (Pi) qui tend vers l'unité sont les espèces dont la probabilité de les rencontrer partout dans le massif est plus élevée que pour les autres espèces présentes (tableau 3).

Tableau 3. Diversité des espèces du massif

Espèces	Effectifs	%	Pi	-Pi*Log ₂ Pi
<i>Sclerocarya birrea</i>	5	0,12	0,0012	0,0118
<i>Annona senegalensis</i>	1	0,02	0,0002	0,0029
<i>Hexalobus monopetalus</i>	17	0,41	0,0041	0,0327
<i>Hyphaene thebeca</i>	1	0,02	0,0002	0,0029
<i>Balanites aegyptiaca</i>	401	9,75	0,0975	0,3274
<i>Stereospermum kunthianum</i>	3	0,07	0,0007	0,0076
<i>Bombax costatum</i>	2	0,05	0,0005	0,0054
<i>Adansonia digitata</i>	1	0,02	0,0002	0,0029
<i>Boswellia dalzielii</i>	1	0,02	0,0002	0,0029
<i>Commiphora africana</i>	31	0,75	0,0075	0,0531
<i>Combretum nigricans</i>	15	0,36	0,0036	0,0295
<i>Boscia senegalensis</i>	8	0,19	0,0019	0,0175
<i>Boscia senegalensis</i>	6	0,15	0,0015	0,0137
<i>Capparis corymbosa</i>	6	0,15	0,0015	0,0137
<i>Crateva adansoni</i>	1	0,02	0,0002	0,0029
<i>Crateva religiosa</i>	9	0,22	0,0022	0,0193
<i>Maerua crassifolia</i>	2	0,05	0,0005	0,0054
<i>Maytenus senegalensis</i>	3	0,07	0,0007	0,0076
<i>Afzelia africana</i>	2	0,05	0,0005	0,0054

Espèces	Effectifs	%	Pi	-Pi*Log ₂ Pi
Burkea africana	1	0,02	0,0002	0,0029
Cassia siamea	3	0,07	0,0007	0,0076
Cassia sieberiana	5	0,12	0,0012	0,0118
Cassia singueana	131	3,18	0,0318	0,1583
Tamarindus indica	17	0,41	0,0041	0,0327
Albizia chevalieri	69	1,68	0,0168	0,0989
Detarium microcarpum	1	0,02	0,0002	0,0029
Pilliosigma reticulatum	672	16,33	0,1633	0,4270
Combretum aculéatum	86	2,09	0,0209	0,1166
Combretum colinum	21	0,51	0,0051	0,0389
Combretum glutinosum	419	10,18	0,1018	0,3356
Combretum micranthum	250	6,08	0,0608	0,2455
Combretum velutinum	18	0,44	0,0044	0,0343
Gueira senegalensis	95	2,31	0,0231	0,1255
Terminalia avisceniodes	13	0,32	0,0032	0,0262
Anogeissus leiocarpus	236	5,74	0,0574	0,2366
Diospiros mespilliformis	14	0,34	0,0034	0,0279
Calotropis proceron	10	0,24	0,0024	0,0211
Bridelia tenuifolia	7	0,17	0,0017	0,0157
Dalbergia melanoxylon	26	0,63	0,0063	0,0462
Kaya senegalensis	2	0,05	0,0005	0,0054
Azadirachta indica	70	1,70	0,0170	0,1000
Acacia ataxacantha	36	0,88	0,0088	0,0598
Acacia gerrardii	202	4,91	0,0491	0,2135
Acacia hocki	217	5,27	0,0527	0,2239
Acacia nilotica	28	0,68	0,0068	0,0490
Acacia polyacantha	5	0,12	0,0012	0,0118
Acacia senegal	66	1,60	0,0160	0,0956
Acacia seyal	392	9,53	0,0953	0,3232
Acacia sieberiana	20	0,49	0,0049	0,0374
Faidherbia albida	21	0,51	0,0051	0,0389
Dicrostachys cinera	32	0,78	0,0078	0,0545
Entada african	5	0,12	0,0012	0,0118
Prosopis africana	2	0,05	0,0005	0,0054
Ficus gnapholocarpa	3	0,07	0,0007	0,0076
Ficus iteophylla	6	0,15	0,0015	0,0137
Ficus spp	2	0,05	0,0005	0,0054
Ficus sycomorus	5	0,12	0,0012	0,0118
Ximenia americana	12	0,29	0,0029	0,0246
Pterocarpus erinaces	3	0,07	0,0007	0,0076
Ziziphus mauritiana	314	7,63	0,0763	0,2833
Ziziphus mucronata	1	0,02	0,0002	0,0029

Espèces	Effectifs	%	Pi	-Pi*Log ₂ Pi
Ziziphus spina christi	1	0,02	0,0002	0,0029
Crotopteryx febrifuga	3	0,07	0,0007	0,0076
Feretia apodenthera	19	0,46	0,0046	0,0358
Gardenia ternifolia	7	0,17	0,0017	0,0157
Salvadora percica	1	0,02	0,0002	0,0029
Sterculia setigera	5	0,12	0,0012	0,0118
Grewia barteri	4	0,10	0,0010	0,0097
Grewia bicolor	10	0,24	0,0024	0,0211
Grewia cissoides	1	0,02	0,0002	0,0029
Celtis integrifolia	8	0,19	0,0019	0,0175
Vitex doniana	1	0,02	0,0002	0,0029
Total	4114	100	1,00	H = 4,2948

❖ Densités et types des tiges des espèces dans le massif

La densité de ce massif est très élevée (2730 tiges/hectare) et une forte représentativité des moyennes et hautes tiges, preuves de sa préservation. Mais dans cet ensemble les espèces des genres combretum et acacia, *Anogeissus leiocarpus*, *Balanites aegyptiaca* et *Ziziphus mauritiana* sont les plus denses (tableau). Certaines espèces comme *Adansonia digitata*, *Annona senegalensis*, *Azizelia africana*, *Burkea africana*, *Deutarium microcarpum*, etc., ont par contre une très faible densité (1 pied/ha) à ce diamètre (tableau 4). **Toutefois la densité de la majorité des espèces montre que la mise en défens du site a eu un impact positif sur la végétation ligneuse.**

Tableau 4. Densités des différentes espèces dans le site

Espèces ligneuses	Densité moyenne (pieds/ha)	Ecart-type	Variance
<i>Faidherbia albida</i>	14	12,56	13,93
<i>Acacia ataxacantha</i>	24	24,50	23,89
<i>Acacia gerrardii</i>	134	98,20	134,02
<i>Acacia hockii</i>	144	89,93	143,98
<i>Acacia nilotica</i>	19	13,07	18,58
<i>Acacia polyacantha</i>	3	4,08	3,32
<i>Acacia senegal</i>	44	39,81	43,79
<i>Acacia seyal</i>	260	201,70	260,08
<i>Acacia sieberiana</i>	13	14,29	13,27
<i>Adansonia digitata</i>	1	1,12	0,66
<i>Azizelia africana</i>	1	2,04	1,33
<i>Albizia chevalieri</i>	46	62,16	45,78
<i>Annona senegalensis</i>	1	1,12	0,66

Espèces ligneuses	Densité moyenne (pieds/ha)	Ecart-type	Variance
<i>Anogeissus leiocarpus</i>	157	112,69	156,58
<i>Azadirachta indica</i>	46	33,89	46,44
<i>Balanites aegyptiaca</i>	267	125,55	266,72
<i>Bombax costatum</i>	1	2,04	1,33
<i>Boscia senegalensis</i>	5	6,53	5,31
<i>Boswellia dalziellii</i>	1	1,12	0,66
<i>Bridelia tenuifolia</i>	5	5,00	4,64
<i>Burkea africana</i>	1	1,12	0,66
<i>Capparis corymbosa</i>	4	4,90	3,98
<i>Cassia siamea</i>	2	3,06	1,99
<i>Cassia sieberiana</i>	3	4,59	3,32
<i>Cassia singueana</i>	87	55,43	86,92
<i>Celtis integrifolia</i>	5	4,90	5,31
<i>Combretum aculéatum</i>	57	33,28	57,06
<i>Combretum velutinum</i>	12	15,31	11,94
<i>Combretum glutinosum</i>	278	175,77	278,00
<i>Combretum micranthum</i>	166	127,18	165,87
<i>Combretum nigicans</i>	10	12,25	9,95
<i>Commiphora africana</i>	21	14,80	20,57
<i>Crateva religiosa</i>	6	7,35	5,97
<i>Crateva adansoni</i>	1	1,12	0,66
<i>Crotopteryx febrifuga</i>	2	2,76	1,99
<i>Dalbergia melanoxylon</i>	17	13,88	17,25
<i>Detarium microcarpum</i>	1	1,12	0,66
<i>Dicrostachys cinera</i>	21	12,25	21,23
<i>Diospiros mespilliformis</i>	9	7,76	9,29
<i>Entada african</i>	3	4,08	3,32
<i>Feretia apodenthera</i>	13	12,35	12,61
<i>Ficus gnapholocarpa</i>	2	3,06	1,99
<i>Ficus iteophylla</i>	4	6,12	3,98
<i>Gardenia ternifolia</i>	5	5,72	4,64
<i>Grewia barteri</i>	3	4,08	2,65
<i>Grewia bicolor</i>	7	7,15	6,63
<i>Grewia cissoides</i>	1	1,12	0,66
<i>Gueira senegalensis</i>	63	43,48	63,03
<i>Hexalobus monopetalus</i>	11	12,66	11,28
<i>Hyphaene thebeca</i>	1	1,12	0,66
<i>Kaya senegalensis</i>	1	2,04	1,33
<i>Maerua crassifolia</i>	1	2,04	1,33
<i>Maytenus senegalensis</i>	2	3,06	1,99
<i>Pilliosigma reticulatum</i>	446	177,61	445,86
<i>Prosopis africana</i>	1	2,04	1,33
<i>Pterocarpus erinaces</i>	2	3,06	1,99

Espèces ligneuses	Densité moyenne (pieds/ha)	Ecart-type	Variance
<i>Sclerocarya birrea</i>	3	4,08	3,32
<i>Sterculia setigera</i>	3	3,57	3,32
<i>Terminalia avisceniodes</i>	9	8,17	8,63
<i>Vitex doniana</i>	1	1,12	0,66
<i>Ziziphus mauritiana</i>	208	92,89	208,33
<i>Ziziphus mucronata</i>	1	1,12	0,66
<i>Ziziphus spina christi</i>	1	1,12	0,66
<i>Tamarindus indica</i>	11	11,43	11,28
<i>Ficus spp</i>	1	2,25	1,33
<i>Ximenia americana</i>	8	11,02	7,96
<i>Stereospermum kunthianum</i>	2	3,06	1,99
<i>Calotropis proceron</i>	7	10,21	6,63
<i>Combretum colinum</i>	14	12,56	13,93
<i>Boscia senegalensis</i>	4	6,12	3,98
<i>Salvadora percica</i>	1	1,12	0,66
<i>Ficus sycomorus</i>	3	4,59	3,32
Ensemble	2730	1035,24	2729,56

Sur les 72 espèces rencontrées en considérant toutes les classes de dhp, 61 d'entre elles sont rencontrées avec un dhp \geq 5 cm, ceci serait dû à la mise en défens de ce site depuis 7 ans.

Toutefois la densité moyenne de chacune des espèces pour ce dhp est largement en dessous de celle prise sans discrimination de classe de diamètre. C'est surtout le cas de *Balanites aegyptiaca*, *Acacia seyal*, *Piliostigma reticulatum* et *Ziziphus mauritiana* dont les densités sont divisées en 2 voire en trois (tableau 5). La biomasse de bois utile et total sera estimée uniquement pour les individus de dhp \geq 5 cm.

Tableau 5 : Densité des espèces avec un dhp \geq 5 cm dans le site de Massinkou-Léra-Bippaing

Espèces	Densité moyenne (pieds/ ha)	Ecart-type	Variance
<i>Faidherbia albida</i>	14	15,2889048	29,3590764
<i>Acacia ataxacantha</i>	11	19,8933975	49,7058563
<i>Acacia gerrardii</i>	78	70,6039575	626,105803
<i>Acacia hocki</i>	88	73,4369928	677,359784
<i>Acacia nilotica</i>	13	15,0568016	28,4744338
<i>Acacia polyacantha</i>	2	3,44755336	1,49283439
<i>Acacia senegal</i>	20	32,9076347	136,0138
<i>Acacia seyal</i>	195	248,319589	7744,82484
<i>Acacia sieberiana</i>	11	13,9173149	24,3276716
<i>Adansonia digitata</i>	1	2,20052069	0,60819179

Espèces	Densité moyenne (pieds/ ha)	Ecart-type	Variance
<i>Afzelia africana</i>	1	2,20052069	0,60819179
<i>Albizia chevalieri</i>	27	50,284754	317,586695
<i>Anogeissus leiocarpus</i>	88	65,1260854	532,720718
<i>Azadirachta indica</i>	27	24,3959346	74,7523001
<i>Balanites aegyptiaca</i>	205	116,249536	1697,35271
<i>Bombax costatum</i>	1	2,20052069	0,60819179
<i>Boscia senegalensis</i>	4	7,62282729	7,29830149
<i>Boswellia dalziellii</i>	1	2,20052069	0,60819179
<i>Bridelia tenuifolia</i>	3	3,75322071	1,76928521
<i>Capparis corymbosa</i>	1	2,20052069	0,60819179
<i>Cassia siamea</i>	1	2,9671815	1,10580326
<i>Cassia sieberiana</i>	3	4,9650443	3,09624912
<i>Cassia singueana</i>	33	40,3961901	204,960633
<i>Celtis integrifolia</i>	3	6,76621485	5,75017693
<i>Combretum aculéatum</i>	11	8,80208278	9,73106865
<i>Combretum velutinum</i>	7	12,0892165	18,356334
<i>Combretum glutinosum</i>	102	70,8498078	630,473726
<i>Combretum micranthum</i>	42	48,0051087	289,444002
<i>Combretum nigicans</i>	3	4,9650443	3,09624912
<i>Commiphora africana</i>	8	9,19347562	10,6157113
<i>Crateva religiosa</i>	1	2,9671815	1,10580326
<i>Crotopteryx febrifuga</i>	1	2,20052069	0,60819179
<i>Dalbergia melanoxylon</i>	5	6,86311069	5,91604742
<i>Dicrostachys cinera</i>	7	8,49671475	9,06758669
<i>Diospiros mespilliformis</i>	5	6,86311069	5,91604742
<i>Entada african</i>	3	4,9650443	3,09624912
<i>Feretia apodenthera</i>	2	3,44755336	1,49283439
<i>Ficus gnapholocarpa</i>	1	2,20052069	0,60819179
<i>Ficus iteophylla</i>	2	6,60156208	5,47372611
<i>Gardenia ternifolia</i>	1	2,20052069	0,60819179
<i>Grewia bicolor</i>	1	2,9671815	1,10580326
<i>Gueira senegalensis</i>	8	7,26808065	6,63481953
<i>Hexalobus monopetalus</i>	5	9,45316272	11,223903
<i>Kaya senegalensis</i>	1	2,20052069	0,60819179
<i>Maytenus senegalensis</i>	1	2,20052069	0,60819179
<i>Pilliosigma reticulatum</i>	140	78,9153144	782,189933
<i>Prosopis africana</i>	1	2,9671815	1,10580326
<i>Pterocarpus erinaces</i>	1	2,20052069	0,60819179
<i>Sclerocarya birrea</i>	3	5,09630158	3,2621196
<i>Sterculia setigera</i>	2	3,44755336	1,49283439
<i>Terminalia avisceniodes</i>	5	5,934363	4,42321302
<i>Ziziphus mauritiana</i>	123	63,1528877	500,928875

Espèces	Densité moyenne (pieds/ ha)	Ecart-type	Variance
<i>Ziziphus spina christi</i>	1	2,20052069	0,60819179
<i>Tamarindus indica</i>	8	10,7803057	14,596603
<i>Ficus spp</i>	1	4,40104139	2,43276716
<i>Ximenia americana</i>	6	13,4508592	22,7242569
<i>Stereospermum kunthianum</i>	1	2,9671815	1,10580326
<i>Calotropis proceron</i>	3	6,76621485	5,75017693
<i>Combretum colinum</i>	7	9,45316272	11,223903
<i>Boscia senegalensis</i>	3	8,80208278	9,73106865
<i>Salvadora percica</i>	1	2,20052069	0,60819179
Total	1346	574,256183	41419,1326

Dans ce massif où la répartition est non homogène, les tiges les moins représentées sont les tiges dites d'avenir et les tiges de régénération (tableaux 6 et 7), avec une différence très grande par rapport aux tiges hautes ($h > 1,5$ m).

Tableau 6. Densité des tiges d'avenir de quelques espèces phares

Espèces ligneuses	N	Densité moyenne (tiges/ha)	Ecart-type
<i>Acacia ataxacantha</i>	30	853	1012,01474
<i>Acacia gerrardii</i>	28	136	239,955221
<i>Acacia hocki</i>	24	122	189,656879
<i>Acacia nilotica</i>	3	85	73,3234842
<i>Acacia senegal</i>	3	85	73,3234842
<i>Acacia seyal</i>	37	58	97,6904008
<i>Albizia chevalieri</i>	8	271	172,896284
<i>Anogeissus leiocarpus</i>	6	149	247,2705
<i>Azadirachta indica</i>	5	153	209,534484
<i>Balanites aegyptiaca</i>	6	64	69,5607648
<i>Calotropis proceron</i>	8	96	112,976609
<i>Capparis corymbosa</i>	24	579	612,626915
<i>Cassia singueana</i>	24	170	194,011037
<i>Combretum aculéatum</i>	169	229	327,331339
<i>Combretum colinum</i>	4	159	191,05562
<i>Combretum glutinosum</i>	30	229	331,967297
<i>Combretum micranthum</i>	52	247	310,409326
<i>Dicrostachys cinera</i>	34	146	183,258718
<i>Faidherbia albida</i>	11	35	59,3216195
<i>Feretia apodenthera</i>	37	685	829,022515
<i>Grewia bicolor</i>	9	651	631,858766

Espèces ligneuses	N	Densité moyenne (tiges/ha)	Ecart-type
<i>Gueira senegalensis</i>	258	315	513,261602
<i>Hexalobus monopetalus</i>	7	619	279,051028
<i>Pilliosigma reticulatum</i>	221	229	414,736396
<i>Tamarindus indica</i>	3	85	147,224319
<i>Ziziphus mauritiana</i>	65	131	182,895442
Total	1146	272	483,502354

Tableau 7. Densité des tiges de régénération de quelques espèces

Espèces ligneuses	N	Densité moyenne (tiges/ha)	Ecart-type
<i>Acacia ataxacantha</i>	30	255	521,546203
<i>Acacia gerrardii</i>	28	218	566,421595
<i>Acacia hocki</i>	24	191	286,016187
<i>Acacia nilotica</i>	3	170	147,224319
<i>Acacia senegal</i>	3	42	73,3234842
<i>Acacia seyal</i>	37	131	148,572663
<i>Anogeissus leiocarpus</i>	6	297	383,670518
<i>Azadirachta indica</i>	5	76	69,5607648
<i>Balanites aegyptiaca</i>	6	85	104,021953
<i>Calotropis procera</i>	8	287	294,997215
<i>Cassia singueana</i>	24	228	335,903357
<i>Combretum aculéatum</i>	169	250	370,833856
<i>Combretum colinum</i>	4	159	122,115724
<i>Combretum glutinosum</i>	30	157	254,052599
<i>Combretum micranthum</i>	52	196	340,859868
<i>Faidherbia albida</i>	11	440	439,000104
<i>Feretia apodanthera</i>	37	262	500,590765
<i>Gueira senegalensis</i>	258	364	499,096551
<i>Pilliosigma reticulatum</i>	221	314	511,235692
<i>Tamarindus indica</i>	3	127	127,500327
<i>Ziziphus mauritiana</i>	65	188	242,715222
Total	1146	265	426,82738

3.1.4. Repartition spatiale de quelques espèces dominantes du site

Bien que globalement la représentation de la végétation ligneuse soit non homogène sur le site, certaines espèces dominantes ont des poches de représentativités bien précises (figures 6, 7 et 8). C'est le cas des espèces du genre acacia retrouvées plus dans la partie ouest du site (628 ha) plus *Acacia seyal* en pur (un peu plus de 70 ha) au sud-est (figure 6). Quant aux espèces du genre combretum, elles s'étalent plus de la moitié Est à la moitié Ouest avec un accent dans la partie Sud (626 ha) (figure7). Seule l'espèce *Balanites aegyptiaca* est représentée sur environ 1222 ha (soit 95% de la superficie totale) (figure 8).

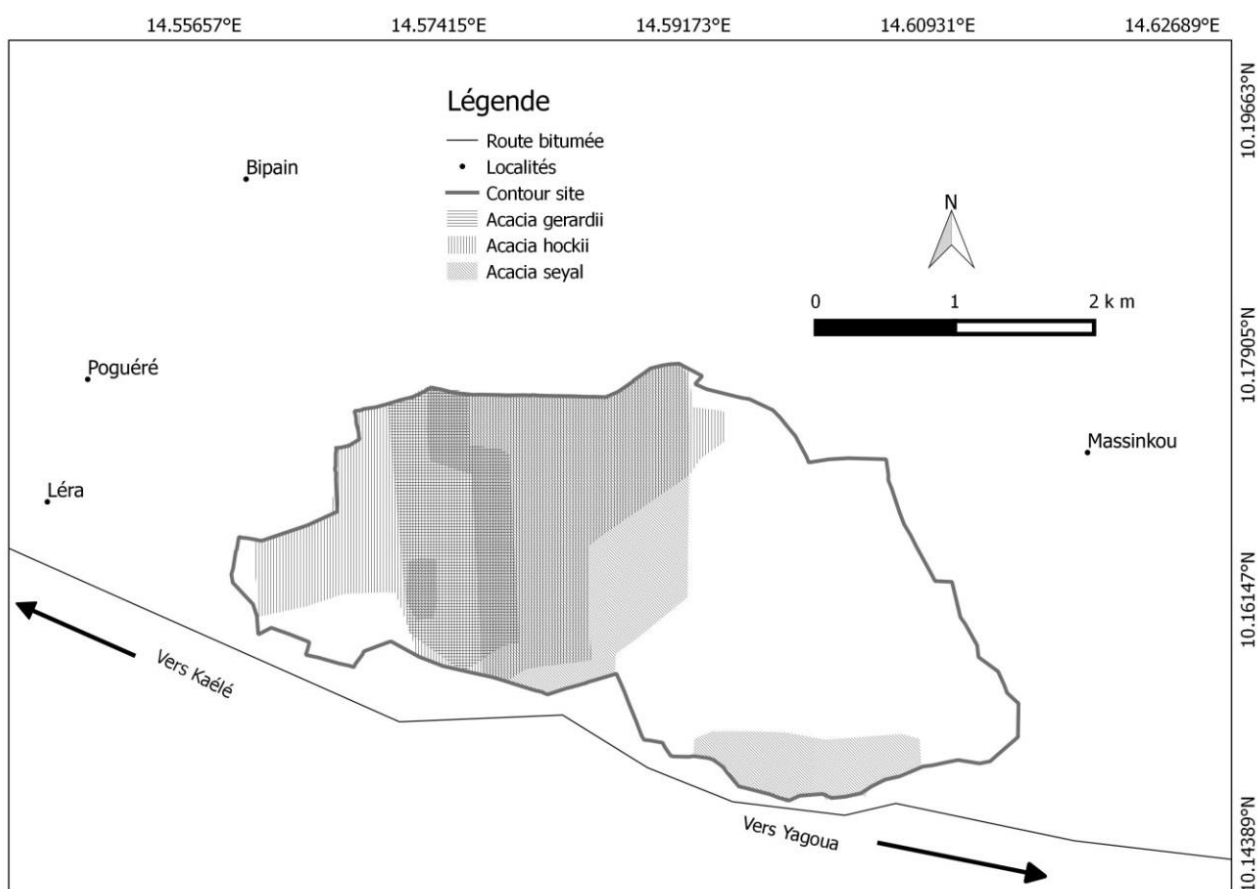


Figure 6. Représentation spatiale des Acacia

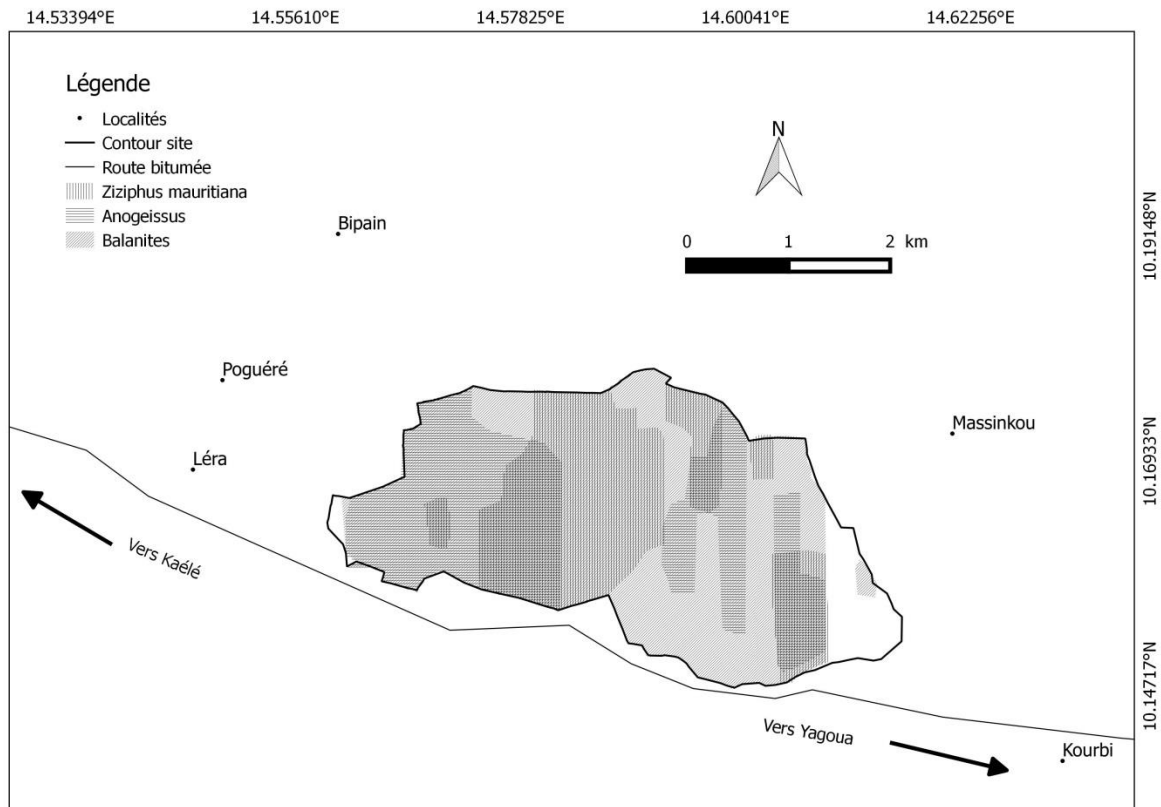


Figure 7. Représentation spatiale du *Balanites aegyptiaca*, *Ziziphus mauritiana* et *Anogeissus leiocarpus*

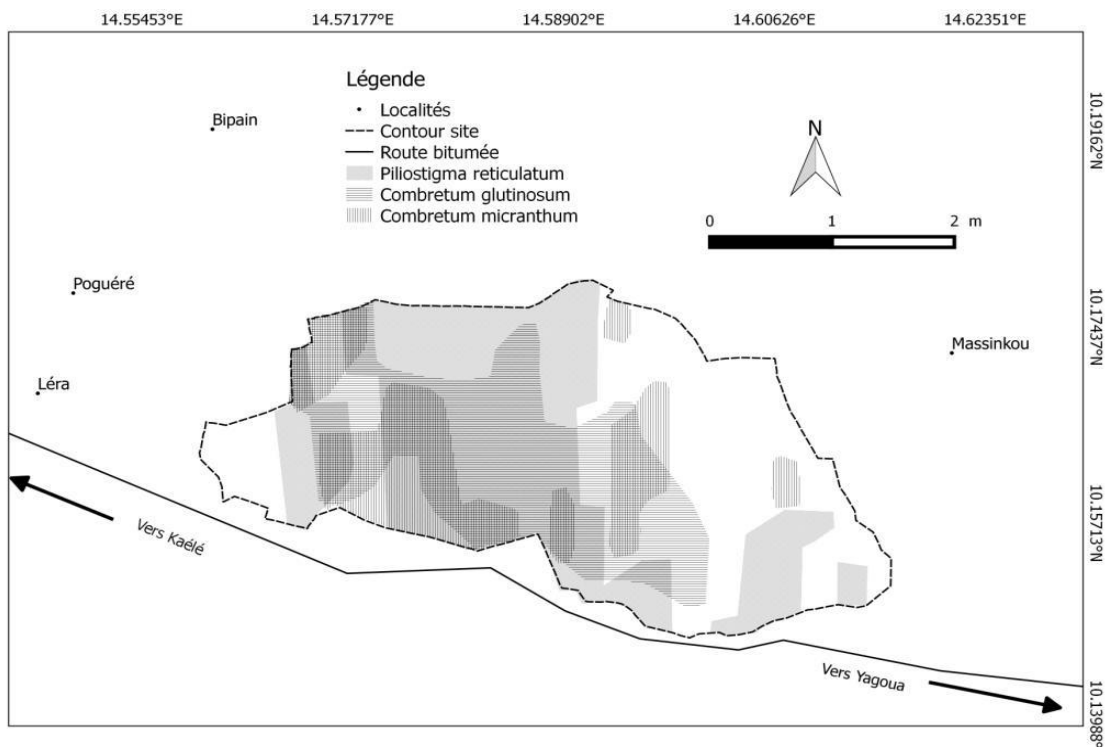


Figure 8. Représentation spatiale des combretum

3.1.5. Usages des différentes espèces ligneuses

Au vue de la rareté du bois de chauffe dans la zone, toutes les espèces du site sont utilisées comme bois énergie. Toutefois, certaines ont des usages spécifiques majeurs dont les principaux sont l'alimentation humaine, le fourrage et le bois de services (tableau 8).

Tableau 8. Principaux usages des principales espèces du site Massinkou-Léra-Bippaing

Espèces	Usages		
	Alimentation humaine	Fourrages	Bois de services
<i>Faidherbia albida</i>	*	*****	*
<i>Acacia gerrardii</i>	*	***	*
<i>Acacia hocki</i>	*	***	*
<i>Acacia nilotica</i>	*	***	*
<i>Acacia senegal</i>	*	***	*
<i>Acacia seyal</i>	*	*****	*
<i>Acacia sieberiana</i>	*	***	*
<i>Anogeissus leiocarpus</i>	*	***	+
<i>Azadirachta indica</i>	*	*	+
<i>Balanites aegyptiaca</i>	*****	***	++
<i>Celtis integrifolia</i>	***	***	*
<i>Diospiros mespilliformis</i>	**	*	++
<i>Hexalobus monopetalus</i>	**	*	*
<i>Sclerocarya birrea</i>	**	*****	++
<i>Ziziphus mauritiana</i>	**	*****	+
<i>Tamarindus indica</i>	**	*	++
<i>Ximenia americana</i>	**	*	*

* pas utiliser ** fruits *** feuilles **** Gousses ***** Fruits et feuilles
 ***** Fruits et gousses ***** Feuilles et gousses + Perches
 ++ Manches d'outils +++ Perches et manches d'outils

3.1.6. Estimation du bois exploitable (tiges de diamètre supérieur ou égal à 5 cm)

a) Volume de bois sur pied par espèce dans le site de Kaélé

Tableau 9 : Volume de bois sur pied par espèce dans le site de Kaélé

Espèce	Volume de bois (m ³)		
	Moyenne	Minimale	Maximum
Faidherbia albida	0,24	0,01	1,72
Acacia ataxacantha	0,04	0,02	0,10
Acacia gerrardii	0,11	0,01	1,71
Acacia hocki	0,09	0,00	0,65
Acacia nilotica	0,15	0,00	1,25
Acacia senegal	0,05	0,01	0,17
Acacia seyal	0,16	0,01	2,79
Acacia sieberiana	0,31	0,02	1,34
Albizia chevalieri	0,14	0,02	1,92
Anogeissus leiocarpus	1,55	0,01	78,58
Azadirachta indica	0,51	0,01	10,14
Balanites aegyptiaca	0,44	0,01	65,92
Boscia senegalensis	0,03	0,02	0,06
Bridelia tenuifolia	0,07	0,05	0,10
Cassia sieberiana	0,14	0,02	0,47
Cassia singueana	0,03	0,01	0,17
Celtis integrifolia	0,10	0,04	0,18
Combretum aculéatum	0,15	0,01	1,10
Combretum velutinum	0,07	0,03	0,23
Combretum glutinosum	0,04	0,01	0,34
Combretum micranthum	0,17	0,01	8,00
Commiphora nigricans	0,03	0,02	0,04
Commiphora africana	0,08	0,02	0,34
Dalbergia melanoxylon	0,07	0,04	0,16
Dicrostachys cinera	0,03	0,01	0,08
Diospiros mespilliformis	0,09	0,02	0,41
Entada african	0,04	0,02	0,09
Feretia apodenthera	0,17	0,02	0,46
Ficus iteophylla	0,02	0,01	0,02
Gueira senegalensis	0,11	0,01	0,40
Hexalobus monopetalus	0,03	0,01	0,04
Pilliosigma reticulatum	0,05	0,00	1,15
Sclerocarya birrea	2,41	0,06	5,02
Sterculia setigera	2,33	0,03	4,22
Terminalia aviscenioides	0,06	0,02	0,15
Ziziphus mauritiana	0,11	0,01	1,93
Tamarindus indica	1,93	0,04	6,05
Ximenia americana	0,07	0,03	0,21
Calotropis procera	0,07	0,03	0,13
Combretum colinum	0,76	0,01	8,01
Boscia senegalensis	0,02	0,02	0,03

b) Volume de bois sur pied en fonction du type de peuplement dans le site de Kaélé

Tableau 10 : Volume de bois sur pied en fonction du type de peuplement dans le site de Kaélé

Type de peuplement	N	Volume (m3/ha)			
		Moyenne	Ecart-type	Minimum	Maximum
Naturelles	131	1,7887	2,10189	,02	17,33
Zones enrichies	32	1,9879	2,72177	,05	9,74
Total	163	1,8278	2,22916	,02	17,33

c) Volume de bois sur pied en fonction de strate dans le site de Kaélé

Tableau 11 : Volume de bois sur pied en fonction de strate dans le site de Kaélé

Strate ligneuse	N	Volume (m3/ha)			
		Moyenne	Ecart-type	Minimum	Maximum
Savane arborée	10	2,4919	5,25503	,06	17,33
Savane arbustive	115	1,9066	2,01910	,02	9,74
Savane arbustive à arborée	38	1,4146	1,47133	,06	6,14
Total	163	1,8278	2,22916	,02	17,33

3.2. SITE DE BIDERE DANS LA COMMUNE DE DOUKOULA

3.2.1. Différents types de sol du site

Le sol du site sahel vert de Bidéré est à tendance Sablo-argileux à sableux (50%). Toutefois, il faut noter qu'il existe des endroits où le sol est limono-sableux pouvant être considéré comme le prolongement du cordon dunaire Limani-Yagoua (figure 3). C'est un domaine plat, car le massif fait partie de la plaine de kalfou. Bien que ce relief engendre très peu de ruissellement d'eau, on a noté un cours d'eau à proximité de ce site.

Comme dans le cas du site de Massinkou-Léra-Bippaing, l'ensemble des données obtenues décrivent un sol favorable à la production végétale : texture sablo-argileux, activités biologiques présentes et absence d'érosion.

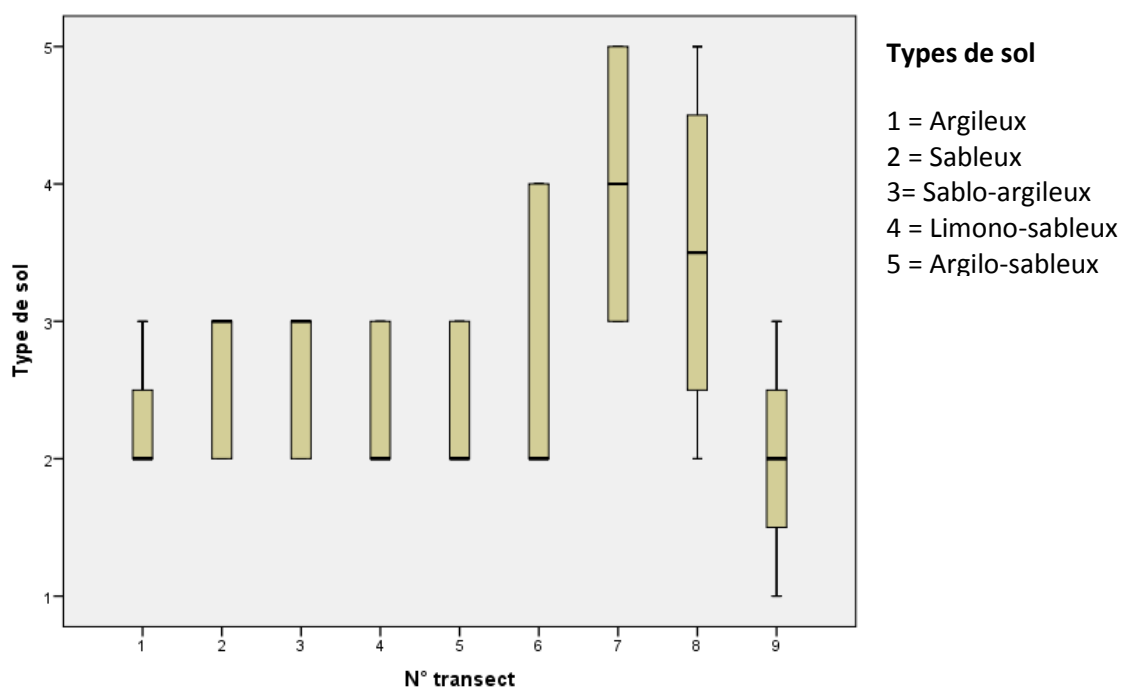


Figure 9. Différents types de sol du site sahel vert de Bidéré/Doukoula

3.2.2. Activités anthropiques dans le site

Depuis la mise en défens de ce site il y a 2 ans, les activités anthropiques se résument à la coupe de la paille (Andropogon), qui plus est, le site très bien protégé du fait qu'il ne soit pas grand, car lors des inventaires multi-ressources l'on a noté très peu des traces de coupe d'arbres qui sont d'ailleurs très rares et de production de charbon.

3.2.3. Structure verticale et diversité des espèces ligneuses du site

❖ Différentes strates ligneuses et espèces présentes

La végétation de Bidéré présente une physionomie de savane arbustive où la seule allure de l'aspect arboré noté par endroit est liée à la présence du *Faidherbia albida* dans des espaces ayant servi de champ avant la mise en place du site sahel vert.

La diversité compositionnelle montre une richesse floristique en dessous de celle du site de Masinkou-Léra-Bippaing, avec seulement 26 espèces de ligneux identifiées. Les 26 espèces ligneuses appartiennent à 14 familles botaniques, dominé par la famille des combretaceae, des mimosaceae, des cesalpiaceae avec respectivement 5 espèces pour les deux premières et 4 pour la dernière. Le taux de couverture ligneux moyen est un peu plus de 54% et celle herbacée est de 84%. Il est constitué en grande partie des peuplements naturels de touffes de *Guiera senegalensis*. Dans ce domaine dominé par la strate arbustive par endroit, on note des poches de végétation ligneuse qu'on peut qualifier de strate Arbustive. Des enrichissements ont été effectués lors de l'opération sahel vert de 2008, environ 92% de la superficie totale présente des éléments indicateurs de ladite opération. Ceci est observable par la présence des espèces telles que *Azadirachta indica*, *Acacia nilotica* et *Acacia senegal*. Pour le cas de *Acacia senegal*, une plantation d'environ 0,125 ha en plein site (tableau 12).

Tableau 12. Liste des espèces du Site de Bidéré

Famille	Espèces
Anacardiaceae	<i>Sclerocarya birrea</i>
Annonaceae	<i>Annona senegalensis</i>
	<i>Hexalobus monopetalus</i>
Arecaceae	<i>Hyphaene thebaica</i>
Balanitaceae	<i>Balanites aegyptiaca</i>
Cesalpiniaceae	<i>Albizia chevalieri</i>
	<i>Detarium microcarpum</i>
	<i>Maytenus senegalensis</i>
	<i>Piliostigma reticulatum</i>
Combretaceae	<i>Anogeissus leicarpus</i>
	<i>Combretum glutinosum</i>
	<i>Combretum micranthum</i>
	<i>Guiera senegalensis</i>
	<i>Terminalia avicenoides</i>
Esclepiadaceae	<i>Calotropis procera</i>
Hymenocardiaceae	<i>Hymenocardia acida</i>

Famille	Espèces
Mimosaceae	<i>Acacia nilotica</i>
	<i>Acacia polyacantha</i>
	<i>Acacia senegal</i>
	<i>Faidherbia albida</i>
	<i>Prosopis africana</i>
Meliaceae	<i>Azadirachta indica</i>
Moraceae	<i>Ficus platiphylla</i>
Olacaceae	<i>Ximenia americana</i>
Rhamnaceae	<i>Ziziphus mauritiana</i>
Rubiaceae	<i>Feretia apodanthera</i>

❖ Indice de diversité et richesse spécifique du massif

L'indice de biodiversité (H) de ce site est de 1,97 (tableau 13). Au vu de cet indice, la biodiversité est faible, car Shannon et Weaver (1949) le situe entre 1 et 5 bits. Toutefois l'espèce *Guiera senegalensis* ayant une richesse spécifique (Pi) qui tend vers l'unité est celle dont la probabilité d'être rencontrée partout dans le site est plus élevée que pour les autres espèces présentes (tableau 13).

Tableau 13. Diversité des espèces du massif

Espèces	Effectifs	Fréquence (%)	Pi	-Pi* Log ₂ (Pi)
<i>Faidherbia albida</i>	6	0,7682	0,0077	0,0540
<i>Azadirachta indica</i>	14	1,7926	0,0179	0,1040
<i>Combretum micranthum</i>	126	16,1332	0,1613	0,4246
<i>Ximenia americana</i>	2	0,2561	0,0026	0,0220
<i>Combretum glutinosum</i>	35	4,4814	0,0448	0,2008
<i>Acacia nilotica</i>	16	2,0487	0,0205	0,1149
<i>Feretia apodanthera</i>	1	0,1280	0,0013	0,0123
<i>Piliostigma reticulatum</i>	7	0,8963	0,0090	0,0610
<i>Terminalia avicenoides</i>	11	1,4085	0,0141	0,0866
<i>Hymenocardia acida</i>	2	0,2561	0,0026	0,0220
<i>Acacia senegal</i>	4	0,5122	0,0051	0,0390
<i>Calotropis procera</i>	4	0,5122	0,0051	0,0390
<i>Detarium microcarpum</i>	9	1,1524	0,0115	0,0742
<i>Annona senegalensis</i>	2	0,2561	0,0026	0,0220
<i>Sclerocarya birrea</i>	1	0,1280	0,0013	0,0123
<i>Albizia chevalieri</i>	19	2,4328	0,0243	0,1304
<i>Hexalobus monopetalus</i>	1	0,1280	0,0013	0,0123
<i>Prosopis africana</i>	1	0,1280	0,0013	0,0123
<i>Ziziphus mauritiana</i>	7	0,8963	0,0090	0,0610
<i>Maytenus senegalensis</i>	2	0,2561	0,0026	0,0220
<i>Anogeissus leicarpus</i>	4	0,5122	0,0051	0,0390
<i>Guiera senegalensis</i>	507	64,9168	0,6492	0,4047
Total	781	100,0000	1,0000	H = 1,9704

- **Densités et types des tiges des espèces dans le massif**

Sur les 26 espèces rencontrées en considérant toutes les classes de dhp, seuls 13 d'entre elles sont rencontrées avec un dhp \geq 5 cm, soit sous forme de franc-pied ou des touffes ayant au moins un brin à ce diamètre. Les densités très faibles de ces espèces peuvent s'expliquer par le fait que la mise en défens de ce site ne date que de 2 ans.

Tableau 14. Densité des pieds ou touffes de quelques espèces pour les tiges de dhp \geq 5 cm dans le site de Bidéré

Espèces	Moyenne	Ecart-type	Variance
<i>Faidherbia albida</i>	5	6,962	48,471
<i>Azadirachta indica</i>	1	1,940	3,765
<i>Combretum micranthum</i>	7	26,921	724,765
<i>Combretum glutinosum</i>	1	2,657	7,059
<i>Piliostigma reticulatum</i>	5	15,763	248,471
<i>Terminalia avicenoides</i>	1	1,940	3,765
<i>Acacia senegal</i>	12	34,475	1188,529
<i>Detarium microcarpum</i>	1	1,940	3,765
<i>Acacia polyacantha</i>	1	1,940	3,765
<i>Prosopis africana</i>	1	1,940	3,765
<i>Balanites aegyptiaca</i>	1	1,940	3,765
<i>Maytenus senegalensis</i>	2	7,881	62,118
<i>Ziziphus mauritiana</i>	18	73,488	5400,529

Sur les 26 espèces trouvées dans le site, certaines d'entre elles sont très rares au stade de régénération, c'est pourquoi elles ne figurent pas dans la liste de régénération (tableau 15). La densité moyenne des espèces telles que *Combretum micranthum*, *Combretum glutinosum*, *Piliostigma reticulatum*, *Annona senegalensis*, *Hexalobus monopetalus*, et surtout *Guiera senegalensis*, est celle des touffes. Il est à noter que *Guiera senegalensis* est une espèce endémique de la zone, dans sa forme de régénération (selon les critères définis dans cette étude), en touffe il peut y avoir des brins pouvant atteindre 2 m voire plus.

Tableau 15. Densité des tiges de régénération de quelques espèces

Espèces	Densité moyenne (pieds ou touffes/ha)	Ecart-type	Variance
<i>Faidherbia albida</i>	1	5	23
<i>Azadirachta indica</i>	2	4	13
<i>Combretum micranthum</i>	20	25	613
<i>Ximenia americana</i>	1	2	3
<i>Combretum glutinosum</i>	6	12	153
<i>Acacia nilotica</i>	3	5	22
<i>Feretia apodanthera</i>	1	1	1
<i>Piliostigma reticulatum</i>	1	4	16
<i>Terminalia avicenoides</i>	2	4	17
<i>Hymenocardia acida</i>	1	2	5
<i>Acacia senegal</i>	1	2	5
<i>Calotropis procera</i>	1	4	13
<i>Detarium microcarpum</i>	1	7	49
<i>Annona senegalensis</i>	1	2	3
<i>Sclerocarya birrea</i>	1	1	1
<i>Albizia chevalieri</i>	3	20	419
<i>Hexalobus monopetalus</i>	1	1	1
<i>Prosopis africana</i>	1	1	1
<i>Ziziphus mauritiana</i>	1	6	32
<i>Maytenus senegalensis</i>	1	2	3
<i>Anogeissus leicarpus</i>	1	4	13
<i>Guiera senegalensis</i>	82	71	4988

3.2.4. Répartition spatiale de quelques espèces dominantes du site

Bien que globalement la végétation ligneuse semble homogène avec une densité très élevée des touffes de *Guiera senegalesnis* dans tout le site, certaines espèces telles que *Faidherbia albida* et *Ziziphus mauritiana* occupent des espaces précis qui semblent être des anciens champs. *Acacia senegal* quant à elle est plantée au cœur du site sur un peu moins de ¼ ha (figure 10).

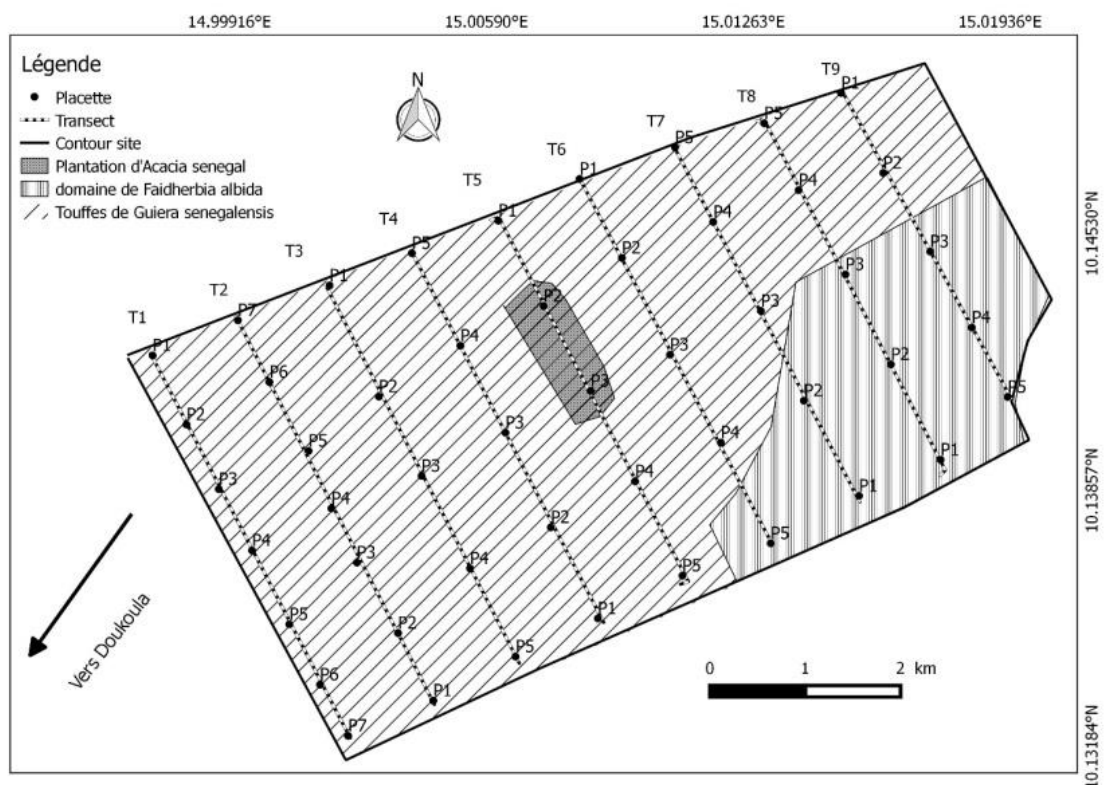


Figure 10. Représentation spatiale

3.2.5. Usages des différentes espèces ligneuses

Au vue de la rareté du bois de chauffe dans la zone, toutes les espèces du site sont utilisées comme bois énergie. Toutefois certaines ont des usages spécifiques majeurs dont les principaux sont l'alimentation humaine, le fourrage et le bois de services (tableau 16).

Tableau 16 : Principaux usages des principales espèces du site Bidéré

Espèces.	Usages		
	Alimentation humaine	Fourrages	Bois de services
<i>Faidherbia albida</i>	*	*****	*
<i>Acacia nilotica</i>	*	***	*
<i>Acacia senegal</i>	*	***	*
<i>Anogeissus leiocarpus</i>	*	***	+
<i>Azadirachta indica</i>	*	*	+
<i>Balanites aegyptiaca</i>	*****	***	++
<i>Hexalobus monopetalus</i>	**	*	*
<i>Sclerocarya birrea</i>	**	*****	++
<i>Ziziphus mauritiana</i>	**	*****	+
<i>Ximenia americana</i>	**	*	*
<i>Guiera senegalensis</i>	*	*	+
<i>Detarium microcarpum</i>	**	*	*

* pas utiliser ** fruits *** feuilles **** Gousses ***** Fruits et feuilles
 ***** Fruits et gousses ***** Feuilles et gousses + Perches
 ++ Manches d'outils +++ Perches et manches d'outils

CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS

L'inventaire a permis de faire l'état des ressources forestières des deux sites. Le site de Massinkou-Léré-Bippaing présente une diversité ligneuse très importante et une couverture herbacée importante. La densité des tiges hautes ($h > 1,5$ m), largement supérieure aux tiges d'avenir et de régénération dans ce site, montre combien la protection est prise au sérieux par les communautés bénéficiaires. Dans cette protection, huit espèces phares retiennent l'attention par leur forte densité et les superficies occupées. Quant au site de Bidéré dans la commune de Doukoula, la diversité est très faible du fait que cette zone est un espace colonisé par *Guiera senegalensis*. Ce qui présente une forte densité des tiges de régénération au détriment des hautes tiges. Cette espèce, qui très rarement atteint de très grands diamètres, est la principale espèce du site. A côté de cette espèce, *Faidherbia albida* est fortement représenté dans la partie Nord-Est du site indiquant la présence des espaces cultivés avant le classement de ce dernier en site sahel vert.

Au vu de ces résultats, la protection intégrale de ces deux sites mérite d'être continuée sur encore quelques années. Pour le site de Massinkou-Léra-Bippaing, les recommandations sont les suivantes :

- Dans le domaine des acacias (*Acacia seyal* et *Acacia senegal*), une étude pour le démarrage des activités apicoles peut être entreprise afin de valoriser cet atout ;
- Dans les domaines très denses, des séances d'élagage et d'émondage peuvent périodiquement être organisées ;
- Pour les domaines des espèces fructifères telles que *Balanites aegyptiaca* et *Ziziphus mauritiana*, des cueillettes doivent être organisées en période de maturation afin de les valoriser ;
- L'absence des cours d'eau qui ressort dans cet inventaire, amène à recommander la création des points d'eau pour une future gestion des ressources de ce site.

Quant au site de Bidéré la faible diversité ligneuse observée donne les orientations suivantes :

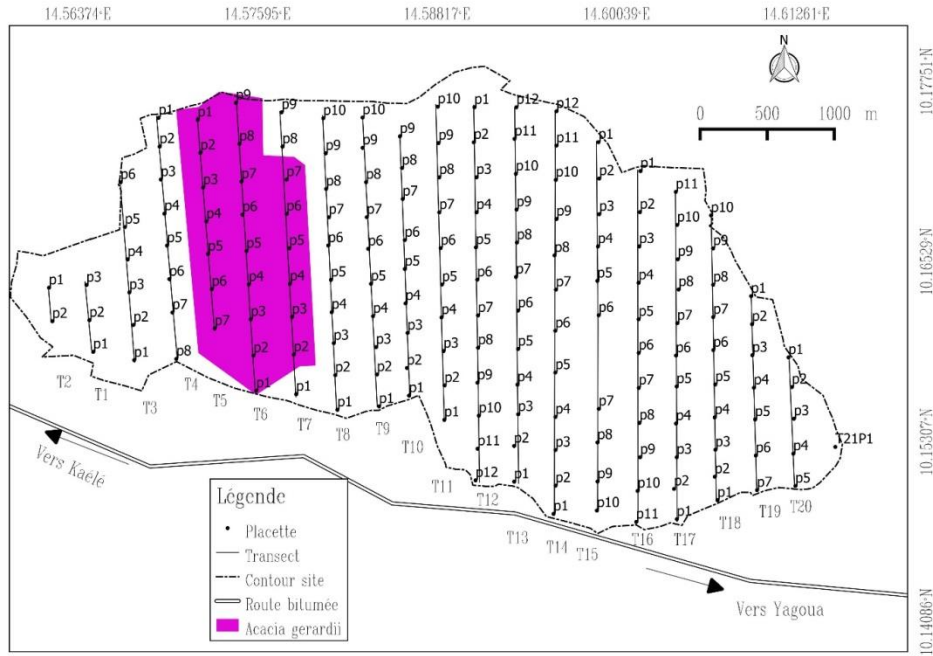
- L'enrichissement à *Azadirachta indica* mérite d'être continuée et ajouter à cette espèce *Acacia senegal* et *Acacia nilotica*;

- Mettre au point des techniques pouvant permettre d'éclaircir les touffes de *Guiera senegalensis* afin d'introduire d'autres espèces locales à travers la préservation des jeunes plants ou la plantation.

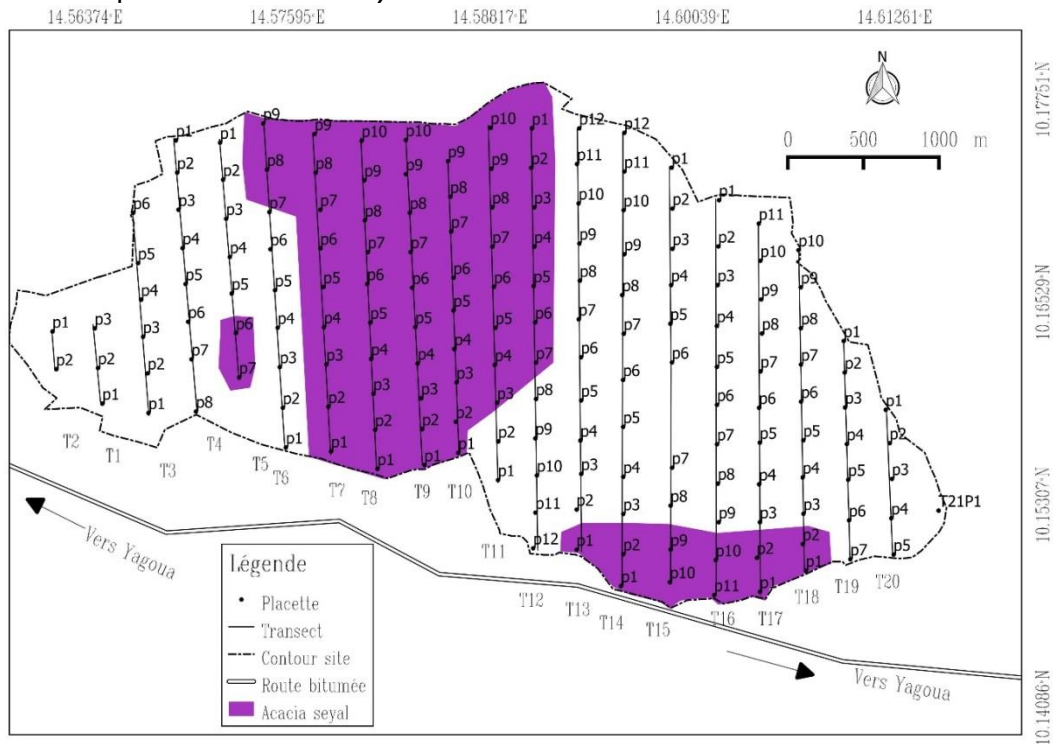
La proposition de scénarii de gestion de chacun de ces sites ne saurait être faite car pour le faire, il est nécessaire de coupler ces résultats d'inventaire à ceux des enquêtes socio-économiques menées auprès des communautés locales.

ANNEXES

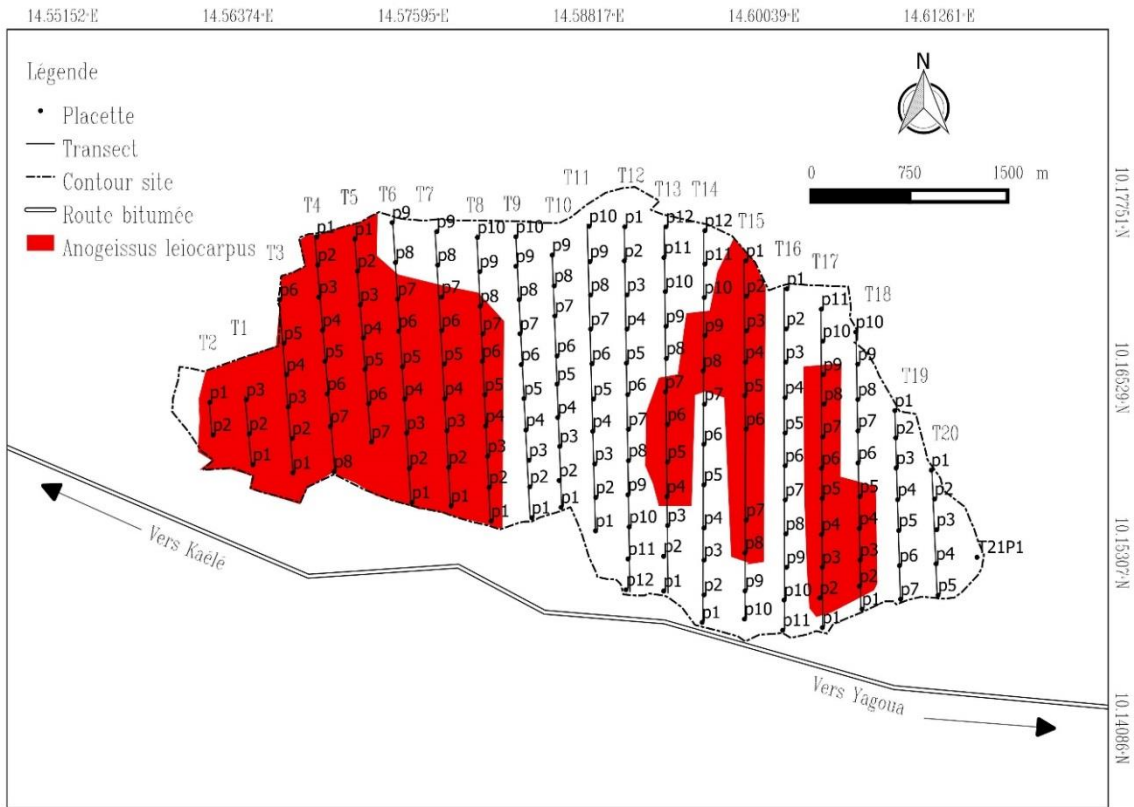
Annexe 1 : Peuplement d'*Acacia gerardii*



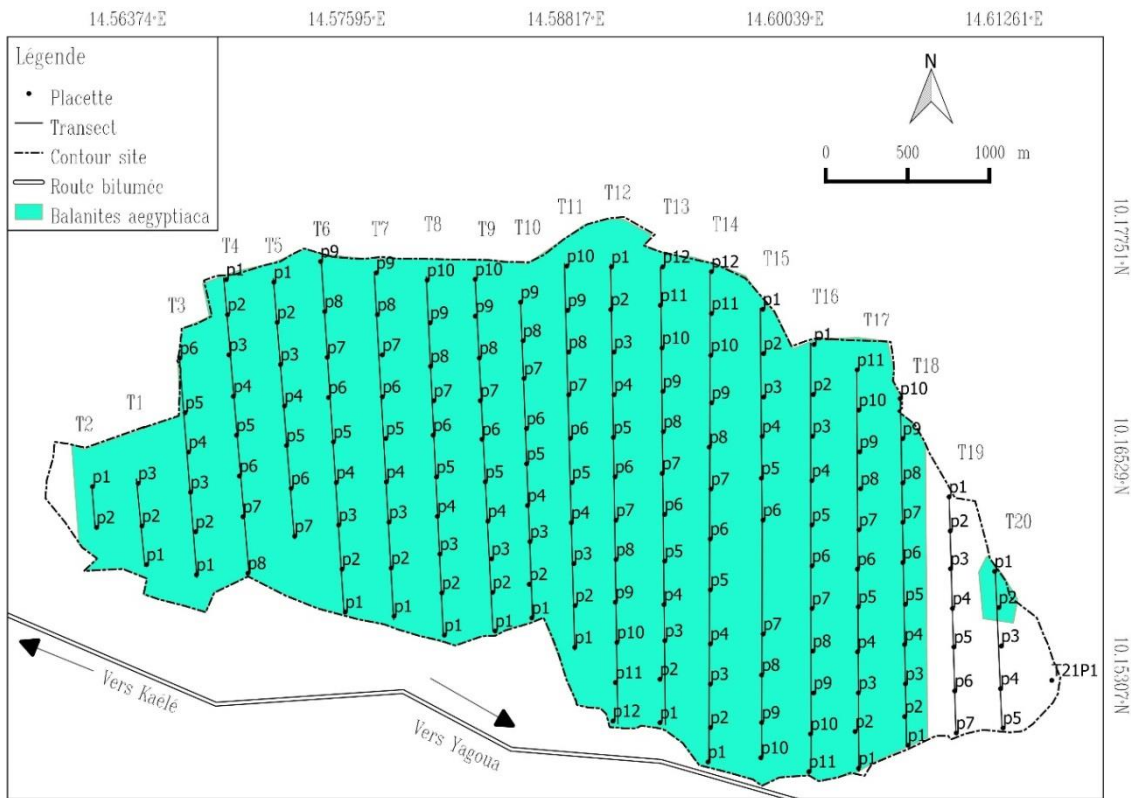
Annexe 2 : Peuplement d'*Acacia seyal*



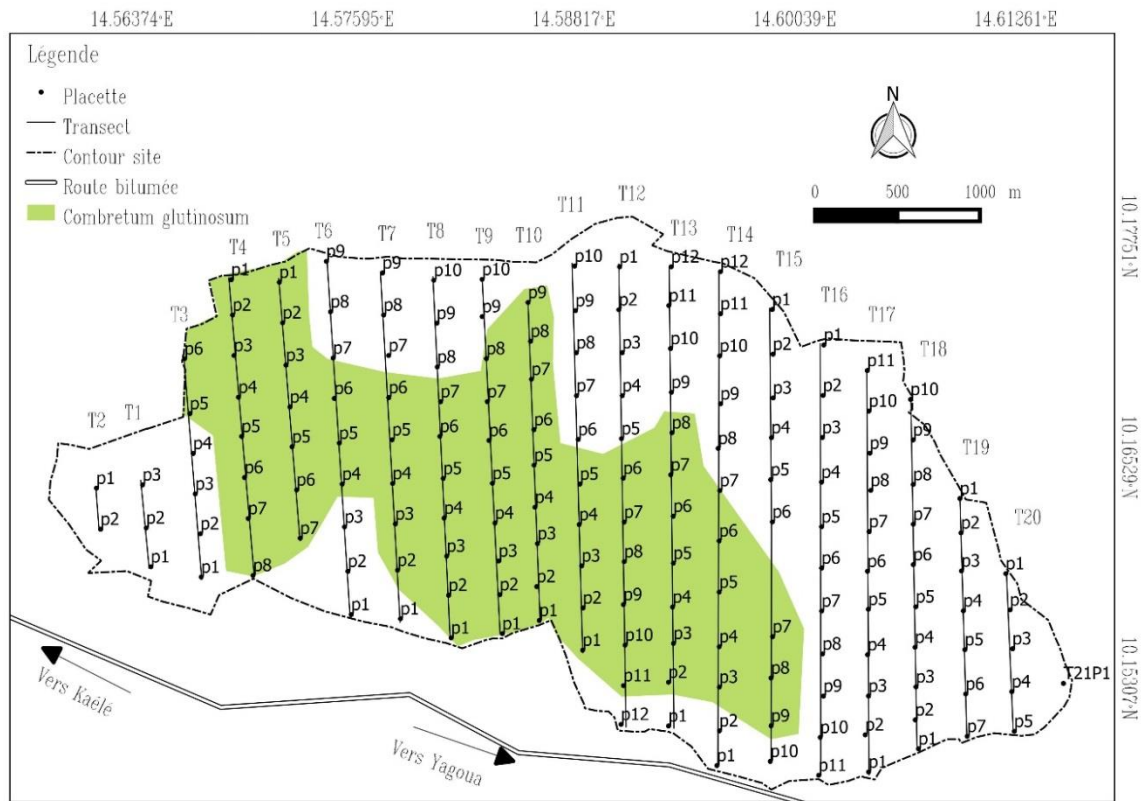
Annexe 3 : Peuplement d'*Anogeissus leiocarpus*



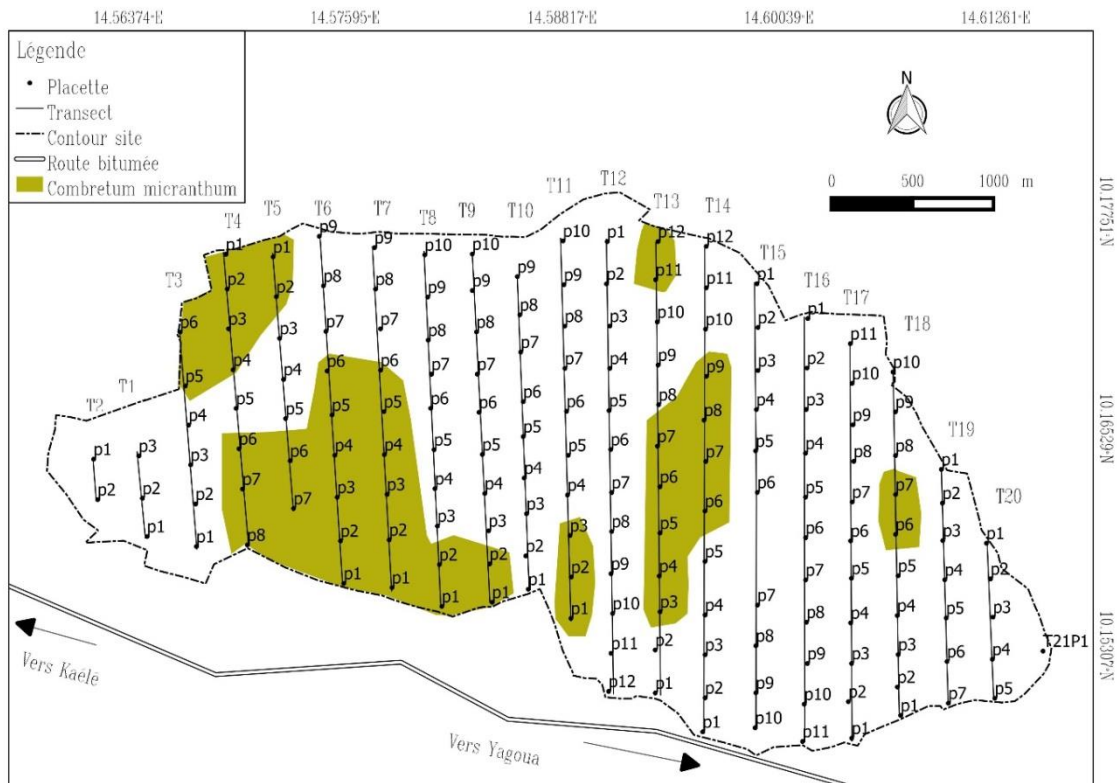
Annexe 4 : Peuplement de *Balanites aegyptiaca*



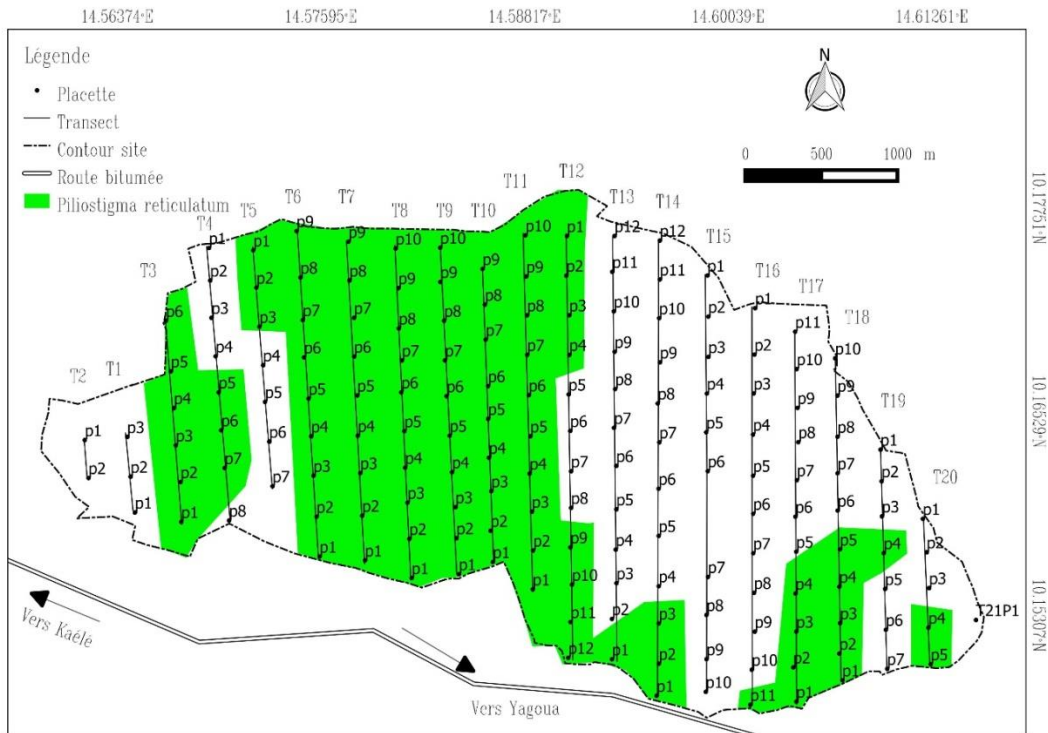
Annexe 5 : Peuplement de *Combretum glutinosum*



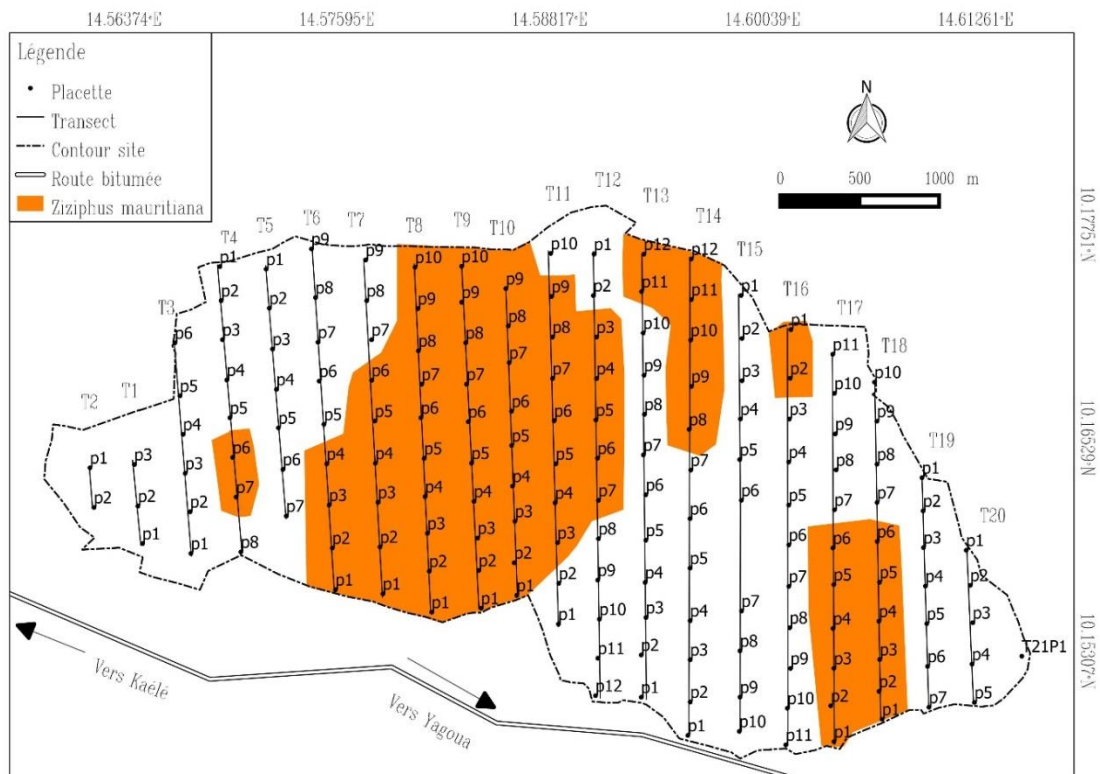
Annexe 6. Peuplement de *Combretum micranthum*



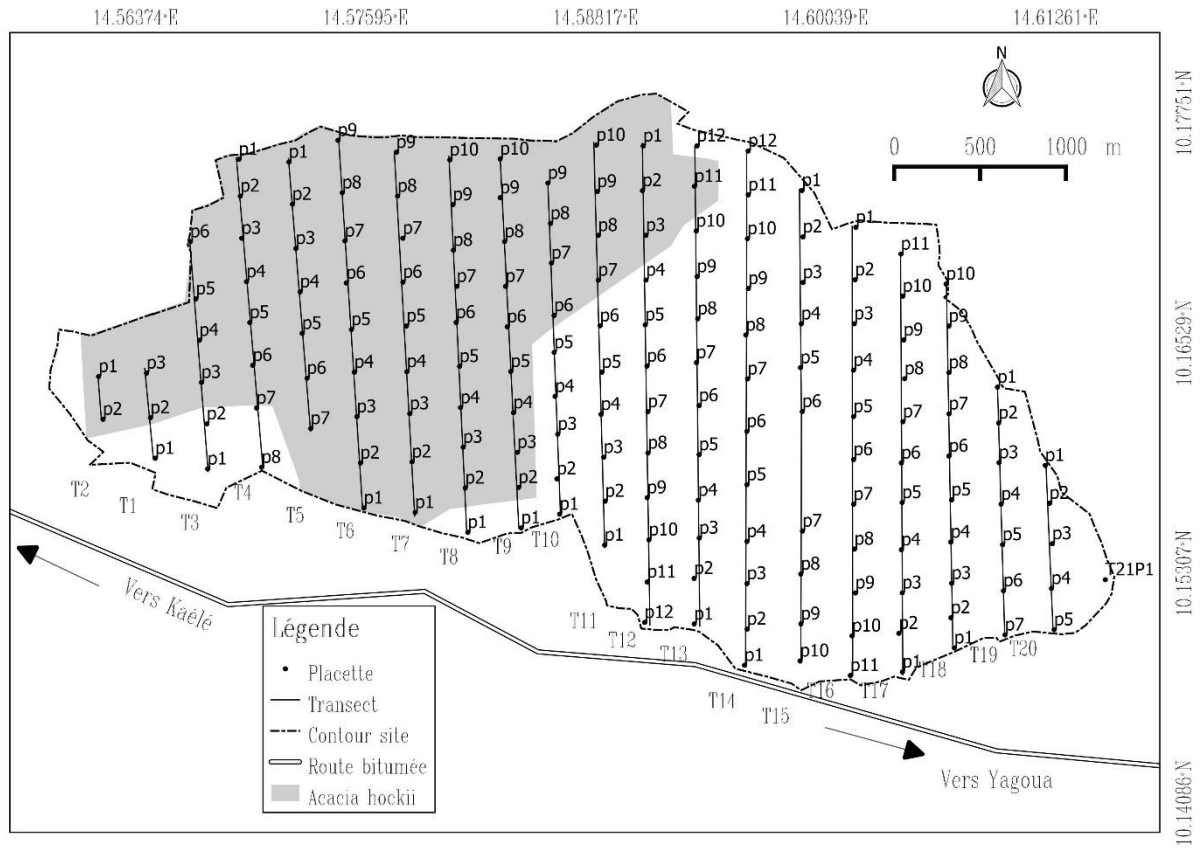
Annexe 7 : Peuplement de *Piliostigma reticulatum*



Annexe 8 : Peuplement de *Ziziphus mauritiana*



Annexe 9 : Peuplement d'*Acacia hockii*



Annexe 10 : Fiches d'inventaire forestier multi ressource

FICHE 1

Site de _____ Date _____ Transect n° _____ Placette n° _____ Nombre de fiche _____ Village proche :

Coordonnées géographiques : Latitude (N) _____ Longitude (E) _____ Altitude _____ **Taux de couverture :** herbacée _____% ligneuse _____%

Type de peuplement : 1 = naturelle 2 = zone enrichie (reboisement) cours d'eau : 1= Oui 2 = Non

Topographie : 1 = Pente 2 = plate

Type de sol : 1 = argileux 2 = Sableux 3= sablo argileux 4 = Limono-argileux 5 = Argilo-sableux **Trace d'activité**

biologique : 1 = Termitière 2 = Fourmilière **Piste à bétail :** 1 = Oui 2 = Non **Strate ligneuse :** 1 = savane arborée 2 = savane arbustive 3 = savane arbustive à arborée 4 = Mosaïque 5 = formation ripicole

Présence de trace : 1 = Coupe 2 = émondage 3 = élagage **Présence de la faune :**

N°	Code espèce	Etat 1 = Vivant 2 = Mort 3 = Souffrant	Nbre. de tiges de 5 ≤ d < 10cm	Nbre. de tiges en dessous de 1,3 m du sol avec d ≥ 10 cm	Hauteur en m					Diamètre à 1,30 m en cm					Présence de trace 1 = Coupe 2 = émondage 3 = élagage 4 = Pas de coupe	
					H 1	H 2	H 3	H 4	H 5	d1	d2	d3	d4	d5		

Occupation de l'espace limitrophe

Début : 1 = champ 2 = pâturage 3 = charbonnerie 4 = campement des nomades 5 = lieu de collecte de bois 6 = Autres

Fin : 1 = champ 2 = pâturage 3 = charbonnerie 4 = campement des nomades 5 = lieu de collecte de bois 6 = Autres

Fiche 2

Est considéré comme régénération toutes les tiges de C < 5 cm

Site de _____ Date _____ Transect n° _____ Placette n° _____ Nombre de fiche

N°	Code (Nom scientifique)	Nbre tiges de h < 0,5 m	Nbre tiges de 0,5 ≤ h < 1	Nbre tiges de h ≥ 1	Présence de trace 1 = Coupe 2 = émondage 3 = élagage

Annexe 11 : Liste des personnes ayant pris part aux travaux d'inventaire forestier multi-ressource dans les deux sites du projet

N°	NOM ET PRENOM DES PARTICIPANTS	INSTITUTION
01	DAY TCHONBAY JACQUES	ABIOGeT
02	FOKAM GUY MAGLOIRE	ABIOGeT
03	LIMAN MAHAMMAT	ABIOGeT
04	DAYANG OLIVIER	ABIOGeT
05	KOLWANG MAMADI KOLBERT	ABIOGeT
06	OUMAROU PALOU MADI	IRAD/Forêts
07	BALNA JULES	IRAD/Forêts
08	TAPSOU	IRAD/Forêts
09	NJIEMOUN ABOUBAKAR	IRAD/Forêts
10	PATHILTA ESKIVO	IRAD/Forêts
11	AMADOU	IRAD/Forêts
13	HINIMDI TOUNSALA GASTON	Commune Doukoula/Kar-hay
14	TIZI YONKI	Commune de Kaélé
15	NOUMGA BANARI	Membre CCL-site Bidéré/Doukoula
16	DADOUE	Membre CCL-site Bidéré/Doukoula
17	MAÏDARLE JACQUELINE	Membre CCL-site Bidéré/Doukoula
18	DIEZOMBE AKAOU PIERRE	Membre CCL- de Masinkou-Bipaing
19	LAOUNA HOUINSALA	Membre CCL- de Masinkou-Bipaing
20	WANKANLA TEKREO	Membre CCL- de Masinkou-Bipaing
21	KIEBLIBA BREY JEAN	Membre CCL- de Masinkou-Bipaing
22	WILBAKREO	Membre CCL- de Masinkou-Bipaing
23	LAMWE FRANCOIS	Membre CCL- de Masinkou-Bipaing
24	PALE DIBOSSE ROLANT	Membre CCL- de Masinkou-Bipaing
25	WASSOU	Membre CCL- de Masinkou-Bipaing
28	YATCHIN ROSALINE	Membre CCL- de Masinkou-Bipaing
29	BINNE BEATRICE	Membre CCL- de Masinkou-Bipaing
30	FANTA HELENE	Membre CCL- de Masinkou-Bipaing
31	NOUHO	Membre CCL- de Masinkou-Bipaing
32	ATEMWA	Gardiens du site de Masinkou-Bipaing
33	HAMADOU JUSTIN	Riverain du site de Kaélé
34	DAYANG	Riverain du site de Kaélé
35	WILBA BERTRAND	Riverain du site de Kaélé
36	AYANG PASCALE	Riverain du site de Kaélé
37	SADJO NESTORE	Riverain du site de Kaélé
38	BADAYE BASGA	Riverain du site de Kaélé

Photos





